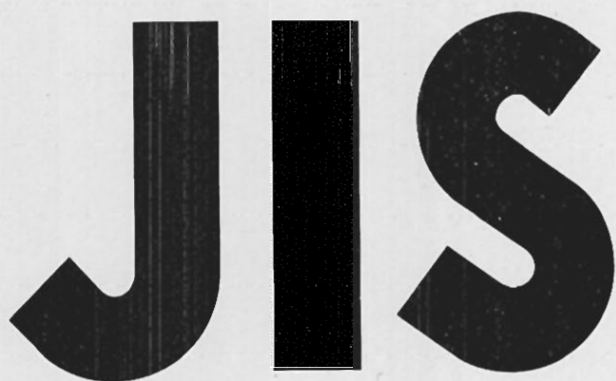
JIS B 9704-1 (2006) (Japanese): Safety of machinery -- Electro sensitive protective equipment -- Part 1: General requirements and tests

機械類の安全性－電気的検知保護設備－
第1部：一般要求事項及び試験

JIS B 9704-1：2006

(IEC 61496-1：2004)

(JMF)

平成23年4月25日付け追補1あり

平成18年4月25日 改正

日本工業標準調査会 審議

(日本規格協会 発行)

主 務 大 臣：厚生労働大臣，経済産業大臣　　制定：平成 12.11.20　　改正：平成 18.4.25

官 報 公 示：平成 18.4.25

原 案 作 成 者：社団法人日本機械工業連合会

(〒105-0011　東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館　TEL 03-3434-9436)

審 議 部 会：日本工業標準調査会　標準部会（部会長　二瓶　好正）

審議専門委員会：産業機械技術専門委員会（委員会長代理　大地　昭生）

この規格についての意見又は質問は，上記原案作成者，厚生労働省労働基準局安全衛生部安全課［〒100-8916　東京都千代田区霞が関 1-2-2　TEL 03-5253-1111（代表）］又は経済産業省産業技術環境局 基準認証ユニット産業基盤標準化推進室［〒100-8901　東京都千代田区霞が関 1-3-1　TEL 03-3501-1511（代表）］にご連絡ください。

なお，日本工業規格は，工業標準化法第 15 条の規定によって，少なくとも 5 年を経過する日までに日本工業標準調査会の審議に付され，速やかに，確認，改正又は廃止されます。

まえがき

この規格は，工業標準化法第 14 条によって準用する第 12 条第 1 項の規定に基づき，社団法人日本機械工業連合会(JMF)から，工業標準原案を具して日本工業規格を改正すべきとの申出があり，日本工業標準調査会の審議を経て，厚生労働大臣及び経済産業大臣が改正した日本工業規格である。

これによって，**JIS B 9704-1**:2000 は改正され，この規格に置き換えられた。

改正に当たっては，日本工業規格と国際規格との対比，国際規格に一致した日本工業規格の作成及び日本工業規格を基礎にした国際規格原案の提案を容易にするために，**IEC 61496-1**:2004，Safety of machinery－Electro-sensitive protective equipment－Part 1: General requirements and tests を基礎として用いた。

この規格は，著作権法で保護対象となっている著作物である。

この規格の一部が，技術的性質をもつ特許権，出願公開後の特許出願，実用新案権，又は出願公開後の実用新案登録出願に抵触する可能性があることに注意を喚起する。厚生労働大臣，経済産業大臣及び日本工業標準調査会は，このような技術的性質をもつ特許権，出願公開後の特許出願，実用新案権，又は出願公開後の実用新案登録出願にかかわる確認について，責任をもたない。

JIS B 9704-1 には，次に示す附属書がある。

附属書 A（規定） ESPE のオプション機能

附属書 B（規定） ESPE 電気用品の単一障害一覧表

附属書 C（参考） 適合性評価

JIS B 9704 の規格群には，次に示す部編成がある。

JIS B 9704-1 第 1 部：一般要求事項及び試験

JIS B 9704-2 第 2 部：能動的光電保護装置を使う設備に対する要求事項

JIS B 9704-3 第 3 部：拡散反射形能動的光電保護装置に対する要求事項

目　次

日本工業規格　　JIS
B 9704-1：2006
(IEC 61496-1：2004)

機械類の安全性－電気的検知保護設備－第1部：一般要求事項及び試験

Safety of machinery－Electro-sensitive protective equipment－Part 1: General requirements and tests

序文　この規格は，2004年に第2版として発行された**IEC 61496-1**，Safety of machinery－Electro-sensitive protective equipment－Part 1: General requirements and tests を翻訳し，技術的内容及び規格票の様式を変更することなく作成した日本工業規格である。

なお，この規格で側線又は点線の下線を施してある箇所は，原国際規格にはない事項であり，記述を明確にし，理解を助けるために追加した事項である。

この規格は，製品ファミリー規格の親規格に位置付けられ，機械類の安全性を扱う個別製品規格に強制力をもつ引用規格として使用できる。

この規格が規定する電気的検知保護設備（以下，ESPEという。）は，人に傷害を与えるリスクをもつ機械類に用いて，人が危険状態に陥る前に機械を安全な状態に移行させる保護機能をもつ。

この規格は，機械安全の分野で広く使用されるESPEの設計及び機能に対し一般的な要求事項を規定する。この規格に適合するESPEは，基本的な特徴として，適正な水準の安全関連性能をもつと共に，この性能水準が維持されている確証を得るための周期的な機能テスト又はセルフチェック機能を組込みで備えていることになる。

機械には，その種類特有の危険源がある。特定の機械に対してESPEの適用法を勧告することは，この規格の目的ではない。特定の機械にどんなESPEをどのように適用するかは，ESPEの供給者，機械の使用者，監督機関の間で取り決めることが望ましい。このことに関しては，例えば，**JIS B 9700-1**及び**JIS B 9700-2**を参照するとよい。

この規格は，ESPEの技術的な要求事項を規定するものである。この規格を適用するに当たって，人の健康に害を及ぼす物質及び試験手順を用いる必要がある場合は，適切な予防措置をとらなければならない。ESPEの製造業者，使用者は，当該ESPEがこの規格に適合することをもって保護設備使用中の人の安全と健康に関して法律上の責任から免がれるものではない。

1.　適用範囲　この規格は，機械のための安全関連制御システムの一部として，特に人を検出するために用いる非接触式のESPEの設計，製造及び試験に対する一般要求事項について規定する。必要な安全関連性能を確実に達成するための機能の要求事項，及び設計に対する要求事項に特別な注意が向けられている。ESPEには，**附属書A**に規定する追加の安全関連機能をオプションとして含むものがある。このようなオプションを含むESPEもこの規格の適用対象である。

特定の検知機能形式のESPEに対する要求事項は，**JIS B 9704**の他の部（現時点では**JIS B 9704-2**及び**JIS B 9704-3**）に規定する。

この規格は，特定の用途における検出区域の寸法，形状及び危険源に対するESPEの配置を規定するものではない。また，何が機械の危険源であるかも規定しない。この規格は，ESPEの機能に関する事項，試験方法，マーキング，ESPE附属文書，及び機械とESPEのインタフェースに関する事項を規定する。

この規格は，人の保護以外にも，例えば，機械及び製品の損傷防止に関連して用いることもできる。そのような用途では，例えば，検出対象物の特性が人の特性とは異なるので，この規格が規定しない要求事項も必要となることがある。

この規格は，電磁両立性（EMC）の放射に対する要求事項は扱わない。

備考 この規格の対応国際規格を，次に示す。

なお，対応の程度を表す記号は，**ISO/IEC Guide 21**に基づき，IDT（一致している），MOD（修正している），NEQ（同等でない）とする。

IEC 61496-1:2004, Safety of machinery－Electro-sensitive protective equipment－Part 1: General requirements and tests (IDT)

2. 引用規格 次に掲げる規格は，この規格に引用されることによって，この規格の規定の一部を構成する。これらの引用規格のうちで，西暦年を付記してあるものは，記載の年の版を適用し，その後の改正版（追補を含む）は適用しない。西暦年の付記がない引用規格は，その最新版（追補を含む）を適用する。

参考 原国際規格**IEC 61496-1**:2004が引用する規格の版に一致する**JIS**，又は引用する部分の規定内容が同等な**JIS**がある場合はその**JIS**を引用し，これらの**JIS**がない場合は，原国際規格が引用する規格をそのまま引用している。

JIS B 3502:2004 プログラマブルコントローラー装置への要求事項及び試験

備考 **IEC 61131-2**:1992, Programmable controllers－Part 2: Equipment requirements and testsからの引用事項は，この規格の該当事項と同等である。

JIS B 9700-1:2004 機械類の安全性－設計のための基本概念，一般原則－第1部：基本用語，方法論

備考 **ISO/TR 12100-1**:1992, Safety of machinery－Basic concepts, general principles for design－Part 1: Basic terminology, methodologyからの引用事項は，この規格の該当事項と同等である。

参考 **ISO 12100-1**:2003が，**JIS B 9700-1**:2004と一致している。

JIS B 9700-2:2004 機械類の安全性－設計のための基本概念，一般原則－第2部：技術原則

備考 **ISO/TR 12100-2**:1992, Safety of machinery－Basic concepts, general principles for design－Part 2: Technical principlesからの引用事項は，この規格の該当事項と同等である。

参考 **ISO 12100-2**:2003が，**JIS B 9700-2**:2004と一致している。

JIS B 9705-1:2000 機械類の安全性－制御システムの安全関連部－第1部：設計のための一般原則

備考 **ISO 13849-1**:1999, Safety of machinery－Safety-related parts of control systems－Part 1: General principles for designが，この規格と一致している。

JIS B 9960-1:1999 機械類の安全性－機械の電気装置－第1部：一般要求事項

備考 **IEC 60204-1**:1997, Safety of machinery－Electrical equipment of machines－Part 1: General requirementsからの引用事項は，この規格の該当事項と同等である。

JIS C 0447:1997 マンマシンインタフェース(MMI)－操作の基準

備考 **IEC 60447**:1993, Man-machine interface (MMI)－Actuating principlesが，この規格と一致している。

JIS C 0664:2003 低圧系統内機器の絶縁協調 第1部：原理，要求事項及び試験

備考　**IEC 60664-1**:1992，Insulation coordination for equipment within low-voltage systems－Part 1: Principles, requirements and tests からの引用事項は，この規格の該当事項と同等である。

JIS C 0920:2003　電気機械器具の外郭による保護等級（IP コード）

備考　**IEC 60529**:2001，Degrees of protection provided by enclosures (IP code)が，この規格と一致している。

JIS C 60068-2-6:1999　環境試験方法－電気・電子－正弦波振動試験方法（旧番号：**JIS C 0040**:1999）

備考　**IEC 60068-2-6**:1995，Environmental testing－Part 2: Tests－Test Fc : Vibration (sinusoidal)が，この規格と一致している。

JIS C 60068-2-29:1995　環境試験方法－電気・電子－バンプ試験方法（旧番号：**JIS C 0042**:1995）

備考　**IEC 60068-2-29**:1987，Basic environmental testing procedures－Part 2: Tests－Test Eb and guidance : Bump が，この規格と一致している。

JIS C 61000-4-2:1999　電磁両立性－第 4 部：試験及び測定技術－第 2 節：静電気放電イミュニティ試験（旧番号：**JIS C 1000-4-2**:1999）

備考　**IEC 61000-4-2**:1995，Electromagnetic compatibility (EMC)－Part 4: Testing and measurement techniques－Section 2: Electrostatic discharge immunity test－Basic EMC publication が，この規格と一致している。

JIS C 61000-4-4:1999　電磁両立性－第 4 部：試験及び測定技術－第 4 節：電気的ファストトランジェント/バーストイミュニティ試験（旧番号：**JIS C 1000-4-4**:1999）

備考　**IEC 61000-4-4**:1995，Electromagnetic compatibility (EMC)－Part 4: Testing and measurement techniques－Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test－Basic EMC publication からの引用事項は，この規格の該当事項と同等である。

JIS C 61000-6-2:2003　電磁両立性－第 6 部：共通規格－第 2 節：工業環境におけるイミュニティ（旧番号：**JIS C 1000-6-2**:2003）

備考　**IEC 61000-6-2**:1999，Electromagnetic compatibility (EMC)－Part 6: Generic standards－Section 2: Immunity for industrial environments からの引用事項は，この規格の該当事項と同等である。

JIS C 8201-5-1:1999　低圧開閉装置及び制御装置－第 5 部：制御回路機器及び開閉素子－第 1 節：電気機械制御回路機器

備考　**IEC 60947-5-1**:1997，Low-voltage switchgear and controlgear－Part 5-1: Control circuit devices and switching elements－Electromechanical control circuit devices からの引用事項は，この規格の該当事項と同等である。

JIS Q 9001:2000　品質マネジメントシステム－要求事項

備考　**ISO 9001**:2000，Quality management systems－Requirements が，この規格と一致している。

IEC 60050-191:1990, International Electrotechnical Vocabulary(IEV)－Chapter 191: Dependability and quality of service

IEC 60249-2，Base materials for printed circuits－Part 2: Specifications

IEC 60439-1:1999，Low-voltage switchgear and controlgear assemblies－Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies

備考　**JIS C 0704**:1995　制御機器の絶縁距離・絶縁抵抗及び対電圧は，**IEC 60439-1**:1985 他に対応（MOD）している。

IEC 60445:1999，Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification－

Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors, including general rules for an alphanumeric system

備考 **JIS C 0445**:1999 文字数字の表記に関する一般則を含む機器の端子及び識別指定された電線端末の識別法は，**IEC 60445**:1988 と一致しているが，**IEC 60445**:1999 とは異なる。

IEC 60950 (all parts)，Information technology equipment－Safety

備考 **JIS C 6950**:2001 情報技術機器の安全性は，**IEC 60950**:1991-1996 に対応（MOD）しているが，**IEC 60950** は 1999 年に改正後 2001 年に廃止され，**IEC 60950-1**:2001 が発行されている。

IEC 61000-4-3:2002，Electromagnetic compatibility (EMC)－Part 4-3：Testing and measurement techniques－Radiated，radio-frequency，electromagnetic field immunity test

備考 **JIS C 61000-4-3**:2004 電磁両立性－第 4 部：試験及び測定技術－第 3 節：放射無線周波電磁界イミュニティ試験（旧番号：**JIS C 1000-4-3**:2004）は，**IEC 61000-4-3**:1998 に一致しており，**IEC 61000-4-3**:2002 とは異なる。

IEC 61000-4-5:2001，Electromagnetic compatibility (EMC)－Part 4-5：Testing and measurement techniques－Surge immunity test

備考 **JIS C 61000-4-5**:1999 電磁両立性－第 4 部：試験及び測定技術－第 5 節：サージイミュニティ試験（旧番号：**JIS C 1000-4-5**:1999）は，**IEC 61000-4-5**:1995 に対応（MOD）しており，**IEC 61000-4-5**:2001 とは異なる。

IEC 61000-4-6:2001，Electromagnetic compatibility (EMC)－Part 4-6: Testing and measurement techniques－Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields

備考 **JIS C 61000-4-6**:1999 電磁両立性－第 4 部：試験及び測定技術－第 6 節：無線周波電磁界によって誘導された伝導妨害に対するイミュニティ（旧番号：**JIS C 1000-4-6**:1999）は，**IEC 61000-4-6**:1996 に対応（MOD）しており，**IEC 61000-4-6**:2001 とは異なる。

IEC 61508 (all parts)，Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems

備考 **JIS C 0508-1～7** 電気･電子･プログラマブル電子安全関連系の機能安全－第 1 部から第 7 部は，**IEC 61508-1～7** の CDV 又は FDIS と一致しているが，**IEC 61508** の IS とは異なる部分がある。

3. 定義 この規格で用いる主な用語の定義は，次による。

3.1 ブランキング (blanking) ESPE (**3.5** 参照) の検出能力 (検出可能な最小直径) より大きなサイズの物体が検出区域内に存在しても，OSSD (**3.19** 参照) をオフ状態にしないようなオプション機能。

備考1. 固定ブランキング（fixed blanking）は，ブランクされるエリアが運転中に変化しない。ブランクエリア以外の検出区域の検出能力は影響されない。

2. 浮動ブランキング（floating blanking）は，ブランクエリアが運転中に移動する物体の位置に追随して動く。ブランクエリア以外の検出区域の検出能力は影響されない。

3.2 制御･監視装置 (controlling/monitoring device) ESPE の一部であって，次の機能をもつもの。

－ 検知器からの情報を受信･処理して OSSD に信号を送出する。

－ 検知器及び OSSD を監視する。

3.3 検出能力 (detection capability) ESPE の検知機能 (検出性能) を表すパラメータであって，ESPE 供給者が，その限界内では ESPE が対象物を検出できるとする限界値。

参考 物体の検出可能な最小サイズは，ESPE の検出機能パラメータの一つである。

3.4　検出区域 (detection zone)　ESPE が，規定の試験片を検出する区域。

参考　規定の人体部分を検出する区域と同じ意味である。検出区域において規定の人体部分が検出されることを，試験片を用いて検証するので，このように定義する。

3.5　電気的検知保護設備 (ESPE: electro-sensitive protective equipment)　保護トリップ又は存在検知のために，協調して作動する機器・部品のアセンブリであって，少なくも次の構成品をもつもの（この規格では，略号“ESPE”を用いる。）。

－　検知器

－　制御・監視装置

－　OSSD（**3.19** 参照）

備考　ESPE と共に用いる安全関連制御システム，又は ESPE 自体が，上記構成品の他に，SSD（**3.24** 参照），ミューティング機能（**3.16** 参照），SPM（**3.27** 参照）などを含むことがある（**附属書 A** 参照）。

参考1.　この規格では，ESPE をタイプ 1 からタイプ 4 に分類し，タイプ 2 からタイプ 4 の ESPE の要求事項を規定している。

2.　この規格で，単に“ESPE”と表記する場合は，すべてのタイプの ESPE を意味する。特定のタイプの ESPE を表すときは，“タイプ N の ESPE”と表記する。

3.6　外部機器モニタ (EDM: external device monitoring)　ESPE が，外部の制御機器の状態を監視する手段（この規格では，略号“EDM”を用いる。）。

3.7　故障 (failure)　要求される機能を遂行する能力が，アイテムになくなること（**IEC 60050-191-04-01** による。）。

備考1.　故障後，そのアイテムは障害をもつことになる。

2.　“故障”は事象であって，状態を意味する“障害”と区別される。

3.　ここに定義する概念は，ソフトウェアだけで構成される機能には適用しない。

4.　実際には，障害と故障は，しばしば同じ意味で用いる。

参考　この規格では，原国際規格の failure を故障，fault を障害と訳し分けているが，障害を故障と読み替えても差し支えない。

3.8　危険側故障 (failure to danger)　すべての OSSD が，オフ状態になるべき条件下，又はオフ状態にとどまるべき条件下で，そうならない，又はそうなることが遅れる故障。

参考　OSSD がオフ状態になるべき条件，及びオフ状態にとどまるべき条件には，次のものがある（**4.2.2** 参照）。

－　検出能力の喪失

－　仕様値を超える応答時間の増加

－　OSSD そのものの故障（オフ不能）

－　障害検出の失敗

3.9　障害（不具合）(fault)　予防保全若しくは計画的行動，又は外部資源の不足により機能を実行できない状態を除き，アイテムが，要求される機能を実行できない状態（**IEC 60050-191-05-01** による。）。

備考1.　障害は，しばしばアイテム自体の故障の結果であるが，事前の故障がなくても存在することがある。

2.　Fault の各国語訳は，必ずしも上の定義にそぐわないことがある。ドイツ語，フランス語の正式訳語も上の定義にそぐわないことが指摘されている。

参考　アイテムとは，ハードウェア，ソフトウェア，又はこれらを組み合わせたものの単位のことである。

3.10　最終開閉器 (FSD: final switching device)　機械の安全関連制御システムの構成要素であって，OSSDがオフ状態になったとき，MPCE（3.14 参照）の回路を遮断するもの（この規格では，略号“FSD”を用いる。）。

3.11　複雑な集積回路又はプログラマブル集積回路 (integrated circuit－complex or programmable)　次の基準の一つ以上に該当するモノリシック回路，ハイブリッド回路，又はモジュール回路。

a)　1 000 ゲート以上のディジタル回路を用いている。

b)　機能が異なり，外部に接続可能な電気的端子が 24 以上ある。

c)　機能をプログラムすることができる。

備考1.　ASIC，ROM，PROM，EPROM，PAL，CPU，PLA 及び PLD はこの例である。

2.　この集積回路には，アナログ，ディジタル又はその組合せで作動するものがある。

3.12　単純集積回路 (integrated circuit－simple)　**3.11** の基準に該当しないモノリシック回路，ハイブリッド回路，又はモジュール回路。

備考1.　SSI 又は MSI のロジック IC，及びコンパレータは，この例である。

2.　この集積回路には，アナログ，ディジタル又はその組合せで作動するものがある。

3.13　ロックアウト状態 (lock-out condition)　障害により ESPE が正常運転できない状態。この状態では，ロックアウト信号によって，すべての OSSD，及びすべての SSD（装備する場合）がオフ状態になる。

3.14　機械の主制御要素 (MPCE: machine primary control element)　機械の定常運転を電気的に直接制御する要素であって，機械を起動･停止するとき，時間的に最後に作動する要素（この規格では，略号“MPCE”を用いる。）。

備考　MPCE の例としては，電源コンタクタ，電磁クラッチ，電磁弁などがある。

3.15　機械の副制御要素 (MSCE: machine secondary control element)　MPCE から独立した制御要素であって，関連する危険源の主可動部分の動力源を遮断できるもの（この規格では，略号“MSCE”を用いる。）。

備考1.　MSCE は，通常，SSD によって制御される。

2.　MSCE の例としては，電源コンタクタ，電磁クラッチ，電磁弁などがある。

3.16　ミューティング (muting)　制御システムの安全関連部による安全機能を，一時的に自動保留すること。

備考　ESPE のミューティングについては，**附属書 A** の **A.7** を参照。

3.17　オフ状態 (OFF-state)　出力回路に電流が流れない状態。

3.18　オン状態 (ON-state)　出力回路に電流が流れる状態。

3.19　出力信号開閉器 (OSSD: output signal switching device)　機械の制御システムに接続する ESPE 構成品であって，機械の定常運転中，検知器の作動（検出）に伴いオフ状態になるもの（この規格では，略号“OSSD”を用いる。）。

参考　OSSD は，検知器の作動によりオフになる他，ESPE が内部障害を検出してロックアウト状態になるときにもオフになる。

3.20　総合システム停止性能 (overall system stopping performance)　ESPE の応答時間と，ESPE が応答してから機械が危険な動きを停止するまでの時間の総和からなる時間間隔。

3.21　応答時間 (response time)　検知器を作動させる事象が発生してから，OSSD がオフ状態になるまでに要する最大時間。

3.22 再起動インターロック (restart interlock) 機械の危険な運転行程中に検知器が作動した以後，機械の運転モードを変更した以後，及び機械の起動制御手段を変更した以後に，機械が自動的に再起動することを防止する手段。

備考 運転モードには，寸動，ワンストローク（一行程），自動などのモードがある。起動手段にはフットスイッチ，両手操作制御，ESPE 検知器のシングルブレーク又はダブルブレークなどがある。

3.23 制御システムの安全関連部 (safety-related part of control system) 入力信号に応答して安全関連出力信号を発生させる制御システムの部分又は附属部分。

備考1. これには監視系も含む。

2. 制御システムの安全関連部の範囲は，安全関連信号が発生する所から，動力制御要素の出力部までである。(**JIS B 9700-1**，**附属書 A** を参照。)

3.24 副開閉器 (SSD: secondary switching device) ESPE がロックアウト状態のときにオフ状態になる機器。機械の安全制御を適切に行うために用いることがある。例えば，MSCE の駆動源を遮断するために用いる（この規格では，略号“SSD”を用いる。）。

参考 SSD は，ESPE がロックアウト状態のときは必然的にオフになるが，検知器が作動したときにオフになることは要求されていない。

3.25 検知器 (sensing device) 検出すべき事象又は状態を，電気的センサで判別する，ESPE の部分。

備考 例えば，光電検知器は，検出区域に侵入する不透明物体を検出する。

3.26 起動インターロック (start interlock) ESPE の電源をオンしたとき，及び停電後に復電したとき，機械が自動的に起動することを防止する手段。

3.27 停止性能モニタ (SPM: stopping performance monitor) 総合システム停止性能が，設定値以内にあるかどうかを監視する手段（この規格では，略号“SPM”を用いる。）。

3.28 供給者 (supplier) 保護設備又は機械に関する役務を提供する者（例えば，製造業者，契約者，据付者，インテグレータ）。

備考 使用者自ら供給者になることがある。

参考 この規格の理解のために，原国際規格では定義されていない幾つかの用語の意味を次に示す。

3.29 定常運転 (normal operation) ESPE 又は機械の点検・修理のための運転ではなく，実際に機械の稼働中に危険源から人を保護するように，ESPE が安全機能を発揮するような ESPE の運転。

3.30 正常運転 (normal operation) ESPE に要求されるすべての機能が正しく作動する ESPE の運転（試験中の運転を含む。）。

3.31 （検知器の）作動 [**actuation (of sensing device)**] 検知器が，対称物を検出し，OSSD をオフにする信号を送出すること。

3.32 検証 (verification) 客観的証拠を提示することによって，規定要求事項が満たされていることを確認すること（**JIS Q 9000** の **3.8.4** による。）。

3.33 妥当性確認 (validation) 客観的証拠を提示することによって，特定の意図された用途又は適用に関する要求事項が満たされていることを確認すること（**JIS Q 9000** の **3.8.5** による。）。

4. 機能，設計及び環境に対する要求事項

4.1 機能要求事項

4.1.1 定常運転 ESPE は，定常運転中，検出能力（**JIS B 9704** の他の部で規定する検出可能な最小サイ

ズ）以上の大きさをもつ人体の一部が検出区域内に侵入又は存在するとき，これに応答して規定の出力信号を送出しなければならない。

ESPEの応答時間は，供給者が指定する値を超えてはならない。ESPEの応答時間は，かぎ（鍵），パスワード，又は特別な工具を用いなければ変更できないものとする。

4.1.2　検知機能　検出能力は，供給者が指定する検出区域の全域で有効でなければならない。検出区域，検出能力及びブランキング機能（モニタ付き又はモニタなし）は，かぎ（鍵），パスワード又は特別な工具を用いなければ変更できないものとする。

4.1.3　ESPE のタイプ別　この規格では，3 種のタイプの ESPE に対して要求事項を規定する。タイプは，ESPE 内に障害が発生したときの作動性能，及び環境条件の影響下における作動性能の違いによって区分する。この規格では，電気的障害と電気・機械的（electromechanical）障害（**附属書 B** に示す。）との影響を考慮する。特定の検出技術を用いる ESPE の障害に関する追加要求事項は，**JIS B 9704** の他の部で規定する。機械の個々の用途に対してどのタイプの ESPE が必要であるかは，その機械の製造業者又は使用者が決定する。

備考　タイプ 1 の ESPE に対する要求事項は，現時点では規定しない。

タイプ 2 の ESPE は，**4.2.2.3** の障害検出要求事項に適合しなければならない。

タイプ 2 の ESPE は，定常運転において，検知機能が作動したとき又は ESPE の電源が断たれたとき（いずれの場合も），少なくも 1 個の OSSD の出力回路がオフ状態にならなければならない。

参考　この規定は，タイプ 2 の ESPE に 2 個以上の OSSD をもつことを要求しているわけではない。少なくも 1 個の OSSD がオフになればよいというのは，少なくも 1 個の OSSD がオフになれば安全が達成されるように ESPE と機械がインタフェースされることを暗黙に要求している。OSSD を 1 個しかもたない ESPE は，1 個の OSSD に加えて少なくも 1 個の SSD をもつことが要求されている（**4.2.2.3** 参照）。

タイプ 2 の ESPE は，周期テストの手段をもたなければならない。

タイプ 3 の ESPE は，**4.2.2.4** の障害検出要求事項に適合しなければならない。

タイプ 4 の ESPE は，**4.2.2.5** の障害検出要求事項に適合しなければならない。

タイプ 3 及びタイプ 4 の ESPE は，定常運転において，検知機能が作動したとき又は ESPE の電源が断たれたとき（いずれの場合も），少なくとも 2 個の OSSD 出力回路がオフ状態にならなければならない。

参考　この規定は，タイプ 3 及びタイプ 4 の ESPE が少なくとも 2 個の OSSD をもつことを要求している。また，3 個以上の OSSD をもつことを妨げていない。

4.2　設計要求事項

4.2.1　電源　ESPE は，次に規定する電源条件で正しく作動しなければならない。ただし，使用者が別に指定する場合はこの限りでない。

a)　交流電源

電圧	公称電圧の 0.85〜1.1 倍
周波数	公称周波数の 0.99〜1.01 倍（連続）
	公称周波数の 0.98〜1.02 倍（短時間）
高調波	第 2 高調波から第 5 高調波までの合計が充電導体間の総実効値の 10％以下
	第 6 高調波から第 30 高調波までの合計が充電導体間の総実効値の 2％以下

b)　直流電源

電池電源

電圧　公称電圧の 0.85～1.15 倍
電池駆動車両の電池電源を用いる場合は，公称電圧の 0.7～1.2 倍

c) **コンバータ電源**

電圧　公称電圧の 0.9～1.1 倍
リップル　公称電圧の 5%以下（peak to peak）

感電保護に対しては，**4.2.3.2** を参照。

備考　ESPE の作動を電気的干渉から保護するため，ESPE の電源は，**IEC 61000-6-2** の要求事項を満たすことが望ましい。

4.2.2　障害検出に関する要求事項

4.2.2.1　一般事項　ESPE は，**附属書 B** に規定する部品障害に対して，**4.2.2.3～4.2.2.5** に規定するように反応しなければならない。

ESPE は，ロックアウト状態の原因となった障害がまだ存在する間は，主電源が停電後に復電したときロックアウト状態からリセットできてはならない。

ESPE は，電源オン時，ESPE 内に障害がないことを確認するテストを OSSD がオン状態になる前に実行しなければならない。

参考1.　次の **4.2.2.3～4.2.2.5** は，ESPE に障害が発生したとき ESPE がどのように反応し作動しなければならないかを，ESPE のタイプ別に規定している。タイプ別の障害反応条件は，**JIS B 9705-1**（**ISO 13849-1**）に規定するカテゴリ別の障害反応条件に似ているが，同じではない。

障害が N 個累積しても装置が安全機能を失わず，N＋1 個の障害が累積したとき，装置が安全機能を失うとき，この装置のフォールトトレランス（障害許容数）は N であるという。ここでいうフォールトトレランスの意味は，障害条件下でも安全装置が正常運転を続けるという意味ではない。障害により安全装置が運転を停止しても，運転停止前に機械を安全な状態に移行する制御を実行できる場合はフォールトトレランスをもつとみなす。すなわち，ESPE が障害を検出してロックアウト状態になるとき，機械の定常運転は不能となるが，ESPE の安全機能は保たれているとみなす。

この規格で規定するタイプ及び **JIS B 9705-1** が規定するカテゴリのフォールトトレランスは次のとおりである。タイプ 3 及びタイプ 4 のフォールトトレランスは，カテゴリ 3 及びカテゴリ 4 とは異なる。

この規格が規定する フォールトトレランス		**JIS B 9705-1** が規定する フォールトトレランス	
タイプ	フォールトトレランス	カテゴリ	フォールトトレランス
1	—	1	0
2	0	2	0
3	2	3	1
4	3 以上（4 以上の検証が必要であるかどうかは，障害発生確率，障害の独立性などによる。）	4	2 以上（3 以上の検証が必要であるかどうかは，障害の発生確率，用いる技術，アーキテクチャ，用途などによる。）

2.　この規格は，ESPE のフォールトトレランスについては要求しているが，障害発生確率の高低については要求していない。タイプ 4 の ESPE の方がタイプ 2 の ESPE より故障率が低いとは限らない。タイプ 2 の ESPE は，どんなに故障率が低くても，万一故障したときは安全機能を失う可能性がある。タイプ 4 の ESPE は故障することはあっても，故障により安全機

能を失わないということである。

3. タイプの分類には，フォールトトレランスの他に，EMC の要求（**4.3** 参照）及び OSSD の数の要求（**4.1.3** 参照）も考慮されている。

4.2.2.2　タイプ 1 の ESPE への要求事項　タイプ 1 の ESPE に対する要求事項は，現時点では規定しない。

4.2.2.3　タイプ 2 の ESPE への要求事項　タイプ 2 の ESPE は，危険側故障（例えば，検出能力の喪失，応答時間が仕様値を超過。）を検出する周期テストの手段をもたなければならない。

タイプ 2 の ESPE は，検出能力を喪失する，応答時間が仕様値を超える，又は 1 個若しくは 2 個以上の OSSD がオフ不能になるような単一障害が生じたときは，次の周期テスト時にロックアウト状態にならなければならない。

周期テストを外部（例えば，機械）の安全関連制御システムによって起動する場合は，ESPE に適切な入力部（例えば，端子）を設けなければならない。

周期テストの持続時間は，意図する安全機能を損なわない長さとしなければならない。

備考　タイプ 2 の ESPE をトリップ装置（例えば，周辺防護用）として使う場合，テスト時間が 150 ms より長ければ，人が検出されないまま検出区域を通過することが可能である。ESPE をトリップ装置として使う場合は，再起動インターロックを含めることが望ましい。

参考　人の移動速度を 2 m/s，ESPE のテスト時間（応答時間を含む。）を 150 ms とすれば，テスト中に人が検出されずに検出区域内に 30 cm 進むことが可能である。

周期テストが自動的に開始されるものである場合は，周期テストが正しく行われていることを監視しなければならない。また，監視機能を実行する部分の単一障害を検出できなければならない。周期テスト機能及び監視機能の障害時には，OSSD がオフ状態にならなければならない。

タイプ 2 の ESPE は，1 個又は 2 個以上の OSSD がオフ不能になった場合は，ロックアウト状態に移行しなければならない。

OSSD を一つしかもたない ESPE は，少なくとも一つの SSD をもたなければならない。

4.2.2.4　タイプ 3 の ESPE への要求事項　タイプ 3 の ESPE は，検出能力を喪失する，応答時間が仕様値を超える，又は 1 個若しくは 2 個以上の OSSD がオフ不能になるような単一障害が発生したとき，**JIS B 9704** の関連する部で規定する時間内にロックアウト状態になるか，又は次のイベント時に直ちにロックアウト状態にならなければならない。

－　検知機能が作動したとき（検出対象物を検出したとき）

－　起動又は再起動インターロックがある場合には，これをリセットしたとき（**附属書 A** の **A.5** 及び **A.6** を参照）

タイプ 3 の ESPE は，それ自体は危険側故障を起こさない単一障害を検出できない場合は，これに続くもう一つの障害の発生によって危険側故障を起こしてはならない。この要求事項の検証については **5.3.4** を参照。

4.2.2.5　タイプ 4 の ESPE への要求事項　タイプ 4 の ESPE は，検出能力の喪失につながる単一障害が発生したときは，応答時間以内にロックアウト状態にならなければならない。

タイプ 4 の ESPE は，応答時間が仕様値を超える，又は 1 個若しくは 2 個以上の OSSD がオフ不能になるような単一障害が発生したとき，応答時間内に直ちにロックアウト状態になるか，又は次のイベント時に直ちにロックアウト状態にならなければならない。

－　検知機能が作動したとき（検出対象物を検出したとき）

－　起動又は再起動インターロックがある場合には，これをリセットしたとき（**附属書 A** の **A.5** 及び **A.6**

を参照)

タイプ 4 の ESPE は，それ自体は危険側故障を起こさない単一障害を検出できない場合は，続いて複数の障害が発生しても危険側故障を起こしてはならない。この要求事項の検証については **5.3.5** を参照。

備考1. タイプ 4 の ESPE の設計法には次のものがある。

- ダイナミック障害検出方式を用いるシングルチャネル技法
- 障害検出のチェック間隔が ESPE の応答時間より短い自動チェックを内蔵するシングルチャネル技法
- チャネル間が不一致のときロックアウト状態を発生させる複数チャネル技法

2. 複雑な集積回路又はプログラマブル集積回路に対する追加要求事項は，**4.2.10** を参照。

参考 この要求事項は，基本的には，障害が何個蓄積しても ESPE の危険側故障にならないことを要求している。ただし，各障害が互いにほとんど独立で，特定の順序で発生する確率が低い場合は，3 個の障害蓄積まで検証をすればよいとしている（**5.3.5** 参照)。

4.2.3 ESPE の電気用品

4.2.3.1 一般事項 ESPE の電気用品（構成品）は，

- 適切な **JIS** 又は **IEC** 規格があれば，それに適合し，
- 意図した用途に適するものを用い，
- 規定の定格内で作動させなければならない。

4.2.3.2 感電保護 ESPE には，**JIS B 9960-1** の **6.1** に適合する感電保護を備えなければならない。

4.2.3.3 電気用品の保護 ESPE には，**JIS B 9960-1** の **7.2.1**，**7.2.3** 及び **7.2.7**～**7.2.9** に適合する過電流保護を備えなければならない。

備考 OSSD 出力に接続する回路に用いるヒューズの最大定格値，及び過電流保護機器の設定値について，供給者は使用者に情報を提供することが望ましい。

4.2.3.4 環境汚損度 ESPE の電気用品は，汚損度 2 の環境に適応しなければならない (**IEC 60439-1** の **6.1.2.3** を参照。)。

4.2.3.5 空間距離，沿面距離及び分離距離 ESPE の電気用品は，**IEC 60439-1** の **7.1.2** に適合するように設計，製造しなければならない。

4.2.3.6 配線 ESPE の電気用品は，**IEC 60439-1** の **7.8.3** に適合するように配線しなければならない。

4.2.4 OSSD（出力信号開閉器）

4.2.4.1 一般事項 各 OSSD は，それぞれ独立に出力端子を備えなければならない。

OSSD は，その負荷にアーク防止機器を必要としない定格をもつことが望ましい。

備考 信頼性を上げるために，開閉サージ抑圧機器を取り付け，これを接点にではなく負荷に並列に接続することを強く推奨する。

OSSD の出力回路は，例えば，過電流による接点溶着などの危険側故障を防ぐ適切な保護をしなければならない（**JIS B 9960-1** の **7.2.9** を参照。)。

共通原因故障を最小にする対策をとることが望ましい。

ESPE は，機械の安全関連制御システム機能の一部を受持つことができる。例えば，場合により OSSD が FSD の機能を果たしてもよい。

タイプ 3 及びタイプ 4 の ESPE は，少なくも 2 個の独立に作動する OSSD を備えなければならない。

4.2.4.2 リレー式 OSSD リレー式 OSSD を用いるときは，接点の状態（位置）を監視しなければならない。

機械的に連動する強制ガイド接点を用いる場合は，補助接点を監視することにより実質的に主接点を監視できる（**備考 1.** 参照)。

メイク接点とブレーク接点が同時に閉路状態にならないよう，設計及び構成上の特別の注意をしなければならない。

備考1. 主接点と監視用接点を機械的に連動させると，監視用接点がOSSD接点の状態変化に確実に従うようにできる。

2. リレーの全寿命期間を通じて，リレーの保持電圧と接点間げき（隙）が，適切に保たれることが重要である。

4.2.4.3 ソリッドステート式OSSD ソリッドステート式OSSDの出力回路は，電流流出タイプ，電流流入タイプのどちらでもよい。電流流出タイプを用いる場合は，次の要求事項を満たさなければならない。

備考1. 電流流入タイプのOSSDを用いることもあると考えられるが，この規格では電流流入タイプに対する要求事項は規定しない。電流流入タイプを用いる場合は特別な注意が必要である。（電流流入タイプを用いる場合は，OSSD出力回路が基準電位に短絡すると機械のFSDに対してOSSDがオン状態にあることと同じ結果をもたらし,ESPEにより機械を停止できない。）

JIS B 9960-1 の **9.1.4** の規定も考慮することが望ましい。

参考 備考 1.は，正極性の電源を用いる場合を想定している。

2. 定格電源電圧＋24 Vで用いる場合，オン状態，オフ状態に対する出力電圧･電流値は下表のとおりとすることが望ましい。

定格電源電圧	オフ状態 出力範囲	オン状態 出力範囲	オフ状態 最大リーク電流	オン状態 出力電流
＋24 Vdc	－3 V～＋2 V r.m.s. （＋5 V ピーク）	＋11 V～＋30 V	<2 mA	>6 mA

3. 定格電源電圧＋24 Vを用いる場合，上表の値は，**JIS B 3502**，プログラマブルコントローラー装置への要求事項及び試験（**5.2** 参照）を満たしている。他の電源電圧を用いる場合は，この規格はガイドとなる。更に詳細な情報については **JIS B 3502** を参照するとよい。

OSSDの出力回路は，過電圧，過電流，及び短絡から保護しなければならない。

OSSDの最大リーク電流は，障害（例えば，回路オープン）の場合を含め，2 mAを超えてはならない。

2個以上のOSSDを用いる場合，OSSD出力間の短絡は検出しなければならない。

ESPEの供給者は，ESPEの附属文書に次の情報を含めなければならない。

- オン状態における，抵抗負荷と誘導負荷に対する定格出力電流及び最大出力電流
- オフ状態の最大電圧
- オフ状態における最大出力電流（リーク電流）
- 許容できる最大の容量性負荷容量
- OSSDと負荷を結ぶ回路の許容最大抵抗

4.2.4.4 データ通信インタフェース データ通信インタフェースとして用いる出力回路に対する要求事項は準備中である。

4.2.5 表示灯及びディスプレイ ESPEは，次の要件を満たす表示機器を備えなければならない。

a) 検知器が作動中であることを表示するもの：検知器が作動してからこの表示器の輝度が 50 %に達するまでの時間，及び検知器の作動終了からこの表示器の輝度が 50 %に減衰するまでの時間は，いずれも 100 msを超えてはならない。

b) OSSD の出力状態を表示するもの：オン状態は緑の表示器で，オフ状態は赤の表示器で示さなければならない。2 個以上の OSSD を連携して用いる場合は，一組の表示器を共用してもよい。

同色の表示器が 2 個以上ある場合は，それらの機能が混同されないようにマーキングしなければならない。

備考 運転モードによっては，同じ表示器セットを上記の **a)**及び **b)**に共用してもよい。

表示器は，機械オペレータのために設けるものであるから，検出区域の近くに取付け可能で，取り付けた状態でオペレータからよく見えなければならない。表示器は，検知器に統合してもよいし，検出区域の近くに別に取り付けてもよい。

4.2.6 調整手段 すべての調整手段は，その調整範囲のどの点に設定しても，危険側故障を発生し得ないように設計しなければならない。

4.2.7 サブシステムの切り離し サブシステム，サブシステムの部分，及びプラグインユニットを切り離す手段がある場合は，それを切り離したとき，少なくも 1 個の OSSD が **4.2.2** に規定するオフ状態にならなければならない。

4.2.8 非電気的構成品 非電気的構成品は，使用目的に適したものでなければならない。

4.2.9 共通原因故障 ESPE の設計は，次のことから生じる共通原因故障により，ESPE が危険側に故障する可能性を最小にするように行うことが望ましい。

－ 環境の影響

－ 一つの基材を複数チャネルシステムに共用すること

－ 複数チャネルシステムのチャネル間短絡

備考1. 共通原因故障は，取扱不良，製造不良などの原因で劣化した構成品を使用した場合にも生じる。

2. 共通原因故障は，単一故障として扱う。

複数チャネルシステムでは，一つの半導体基材上にある構成品を二つ以上のチャネルで用いてはならない。

4.2.10 プログラマブル集積回路又は複雑な集積回路 タイプ 4 の ESPE にプログラマブル集積回路又は複雑な集積回路を使用する場合は，少なくも二つの独立した制御･監視チャネルによって安全関連性能を保持しなければならない。この要求事項は，**5.5** に従って検証しなければならない。

4.2.11 ソフトウェア，プログラミング，集積回路機能設計

4.2.11.1 一般事項 次のいずれかの手段によって ESPE に安全関連性能を組み込む場合は，**4.2.11.2** の要求事項を追加適用しなければならない。

a) ESPE の運転中に実行するソフトウェアプログラム

b) ESPE の製造業者が機能設定するプログラムの書込み用デバイス。例えば，PAL，PLA，PLD，及び PROM

c) 特定使用者の機能仕様に従って製造するデバイス。例えば，ASIC，マスクプログラム形マイクロプロセッサ，ROM

これらの要求事項に対する適合性は，**5.5** に従って検証しなければならない。

4.2.11.2 要求事項

a) ソフトウェア，デバイスプログラム，及びデバイス機能は，**IEC 61508** に従って開発･設計しなければならない。

b) 安全関連性能の要求レベルを達成したことを証明するため，品質マネジメントシステムの手順に従って証拠となる文書を用意しなければならない。

c) 開発の各段階を明確に定め，かつ，各段階の達成基準を規定した品質計画文書を作成しなければならない。開発段階の例としては，要求仕様作成，設計仕様作成，検証，及び妥当性確認の各段階がある。

d) 開発を開始する前に，危険源と故障モードを識別し，安全要求仕様の中の ESPE の安全関連機能を明確にするために，ESPE の概念設計を分析しなければならない。次に，ESPE の安全関連機能の一部又は全部を **4.2.11** に規定する手段に割り付け，各要素に必要な安全関連性能を決定する。必要な安全関連性能を達成するため，仕様決定，設計，製造，及び保全の各段階に適した工学技術を採用しなければならない。

e) **4.2.11.1** の各項に関連するソフトウェア，プログラム設計，及び機能設計に対する要求事項には，あいまいさと不足があってはならない。各要求仕様は，要求された安全関連機能が適切に組み込まれたことを確認するために，評価者又は検証者（すなわち，設計者以外の者）が容易に安全要求仕様までトレースできるように作成しなければならない。

f) 安全要求仕様の中に要求された安全関連機能が設計に正しく組み込まれたことを証明するための包括的な試験計画を作成しなければならない。当該設計が安全要求仕様を満足する証拠として，ソフトウェア，プログラム，及び機能設計の試験に関する事項を，プロジェクトの記録として文書化しなければならない。

g) ソフトウェア，プログラム設計，及び機能設計には，有効なコンフィギュレーション管理と変更管理を実施しなければならない。開発期間中に，要求事項，仕様，設計などのすべての変更が適正に文書化されたこと，及びこれらの変更による影響がすべて分析され，すべての設計段階から安全要求仕様までのトレーサビリティが保持されていることを有効な手順によって確認しなければならない。設計が，正規の手順によらずに変更されることを防止し，詳細なコンフィギュレーション（例えば，モジュールリスト，バージョン番号など）を正しく記録しなければならない。

h) ESPE の運転中にソフトウェアプログラムが実行される場合は，運転指示プログラム全体を，上書き不能の読出し専用メモリに格納しなければならない。プログラムが正しい流れで実行されていることを監視するために，また，ソフトウェアのインテグリティを確認するためには，適切な技術を採用しなければならない。ウォッチドッグ，RAM･ROM チェック，CPU 試験などがこの技術に含まれる。

i) ソフトウェア開発に，コンパイラ，トランスレータなどのソフトウェアツール（アセンブラを除く。）を用いる場合は，次の場合を除き，異なるバージョンのツールによるソフトウェアが混在してはならない。

- 用いるソフトウェアツールが互いに完全に無関係である。
- ソフトウェアツールは，国家及び／又は国際規格に適合する。
- ソフトウェアツールに基因する共通原因エラーを検出する適切な手段が試験計画に採用されている。

j) 設計原則として，安全機能が破壊される可能性を最小にし，安全性能の評価を容易にするために，安全関連ソフトウェアは，非安全関連ソフトウェアからできるだけ分離することが望ましい。

4.3 環境要求事項

4.3.1 周囲温度範囲及び湿度 ESPE は，0～50 ℃の周囲温度変化に対し，この規格の要求事項を満足しなければならない。この範囲外で使用する場合は，ESPE 供給者は，そのシステムが正常運転を続けることのできる周囲温度範囲を仕様として定めなければならない。湿度 95 %（非結露状態），温度 20 ℃から **5.4.2** の最高周囲温度までの条件で **5.4.2** に従って試験を行い，ESPE がこの規格の要求事項に適合することを検証しなければならない。

4.3.2　電気的妨害

4.3.2.1　電源電圧変動　ESPE は，外部電源電圧を，公称値から 0 まで 10～20 秒をかけて連続的に変化させ，次に 0 から公称値まで同様に変化させたとき，危険側故障を起こしてはならない。

ESPEは，内部で分配された電源の電圧を，一つずつ順に公称値から0まで，次に0から公称値まで，それぞれ10～20 秒かけて連続的に変化させたとき，危険側故障を起こしてはならない。

4.3.2.2　瞬時停電　ESPE は，**表 1** の瞬時停電試験を適用したとき，試験 **1)**及び試験 **2)**においては正常運転を継続しなければならない。試験 **3)**においては危険側故障を起こしてはならない。

表 1　瞬時停電試験

試験番号	定格電圧に対する 電圧低下（dip）率 %	電圧低下時間 ms	電圧低下繰り返し Hz
1)	100	10	10
2)	50	20	5
3)	50	500	0.2

4.3.2.3　ファーストトランジェントのバースト

4.3.2.3.1　一般要求事項　ESPE は，次のファーストトランジェントのバーストを加えたとき，正常運転を継続しなければならない。

交流又は直流の 50 V 未満の電源ポート 長さ 1 m を超える信号線などのポート	**JIS C 61000-4-4** のレベル 2，1 kV（ピーク値）
交流 50 V 以上の電源ポート	**JIS C 61000-4-4** のレベル 3，2 kV（ピーク値）

4.3.2.3.2　追加要求事項　タイプ 3 及びタイプ 4 の ESPE は，次のファーストトランジェントのバーストを加えたとき，危険側故障を起こしてはならない。

直流電源ポート又は 50 V 未満の交流電源ポート 長さ 1 m を超える信号線などのポート	**JIS C 61000-4-4** のレベル 3，2 kV（ピーク値）
交流 50 V 以上の電源ポート	**JIS C 61000-4-4** のレベル 4，4 kV（ピーク値）

4.3.2.4　ファーストトランジェントのサージ

4.3.2.4.1　一般要求事項　ESPE は，次のファーストトランジェントのサージを加えたとき，正常運転を継続しなければならない。

長さ 1 m を超える信号線のポート 直流電源ポート又は 50 V 未満の交流電源線ポート	**IEC 61000-4-5** のレベル 2，コモンモード 1 kV（ピーク値）
交流 50 V 以上の電源線ポート	**IEC 61000-4-5** のレベル 3，コモンモード 2 kV 及びノーマルモード 1 kV（ピーク値）

4.3.2.4.2　追加要求事項　タイプ 3 及びタイプ 4 の ESPE は，次のファーストトランジェントのサージを加えたとき，危険側故障を起こしてはならない。

長さ 1 m を超える信号線のポート 直流電源ポート又は 50 V 未満の交流電源線ポート	**IEC 61000-4-5** のレベル 3，コモンモード 2 kV（ピーク値）
交流 50 V 以上の電源線ポート	**IEC 61000-4-5** のレベル 4，コモンモード 4 kV 及びノーマルモード 2 kV（ピーク値）

4.3.2.5　電磁界

4.3.2.5.1　一般要求事項　ESPE は，**IEC 61000-4-3** の **5.1** の試験レベル 3 の 10 V/m の電磁界中に置いたとき，正常運転を継続しなければならない。

4.3.2.5.2　追加要求事項　タイプ 3 及びタイプ 4 の ESPE は，**IEC 61000-4-3** の **5.2** の試験レベル 4 の 30 V/m の電磁界中に置いたとき，危険側故障を起こしてはならない。

4.3.2.6　無線周波電磁界による伝導妨害

4.3.2.6.1　一般要求事項　ESPE は，次の無線周波電磁界による伝導妨害を加えたとき，正常運転を継続しなければならない。

長さ 1～10 m の信号線などのポート	**IEC 61000-4-6** のレベル 2，3 V（実効値）
長さ 10 m を超える信号線ポート 電源ポート，接地ポート	**IEC 61000-4-6** のレベル 3，10 V（実効値）

4.3.2.6.2　追加要求事項　タイプ 3 及びタイプ 4 の ESPE は，次の無線周波電磁界による伝導妨害を加えたとき，危険側故障を起こしてはならない。

長さ 1～10 m の信号線などのポート	**IEC 61000-4-6** のレベル 3，10 V（実効値）
長さ 10 m を超える信号線ポート 電源ポート，接地ポート	**IEC 61000-4-6** のレベル X，30 V（実効値）

4.3.2.7　静電気放電

4.3.2.7.1　一般要求事項　ESPE は，**JIS C 61000-4-2** の試験レベル 3 の，接触放電 6 kV 又は気中放電 8 kV の静電気放電を加えたとき，正常運転を継続しなければならない。

4.3.2.7.2　追加要求事項　タイプ 3 及びタイプ 4 の ESPE は，**JIS C 61000-4-2** の試験レベル 4 の，接触放電 8 kV 又は気中放電 15 kV の静電気放電を加えたとき，危険側故障を起こしてはならない。

4.3.3　機械的環境

4.3.3.1　振動　ESPE は，**5.4.4.1** に規定する振動試験を実施し，試験中，正常運転を継続しなければならない。

4.3.3.2　バンプ　ESPE は，**5.4.4.2** に規定するバンプ試験を実施し，試験中，正常運転を継続しなければならない。

4.3.4　エンクロージャ　ESPE は，専用のエンクロージャに収納しなければならない。

ESPE のすべてのエンクロージャは，ESPE 本体から分離して設置する部分も含め，供給者の指定に従って設置したとき，少なくとも IP54（**JIS C 0920** 参照）の保護等級を満足しなければならない。ただし，保護等級が少なくとも IP54 を満たす機械制御装置のエンクロージャに収納される場合は，ESPE のエンクロージャは，IP20 以上の保護等級を満足するものでよい。

備考　次の方法は，機械的損傷の防止に有効である。

- 適切な配置
- 適切な強度をもつ材料と構造の採用
- 保護バリアの採用

ケーブルの引込み方によって，保護等級が損なわれてはならない。

二つの面をシールするために合成接着材を用いると，接着がはがれたあと環境に対する保護能力が低下するので，保全作業のために取り外す可能性がある保護カバーのシールには，合成接着材を用いてはならない。

エンクロージャには，ケーブルの絶縁を損傷する可能性のある鋭い突起及び角があってはならない。検査によってこれを確認しなければならない。

エンクロージャは，必要なすべての調整作業と保全作業を安全かつ効率的に実行可能にするため，適切にアクセスできるようにしなければならない。アクセスのために取り外すカバーには，脱落しない締付具を用いなければならない。

5. 試験方法

5.1 一般事項

5.1.1 型式試験

5.1.1.1 試験用 ESPE ESPE のすべての部分は，可能な限り一緒に試験しなければならない。これが困難な場合には，ESPE の部分を別々に試験してもよい。組込形 ESPE（機械に組み込まれ，通常は機械から切り離せない ESPE）の環境試験は，この例に当たる。

このような場合は，

- ESPE の運転に必要な入力信号をシミュレートし，
- 除外又は省略した試験を，試験成績書に記載しなければならない。

破壊を招く試験については，ESPE全体を試験する場合と同じ結果が得られるならば，ESPEの一部を用いて試験してもよい。

複数の異なる電源電圧で使用できるように設計した ESPE（例えば，異なる用途に使用するもの）の試験には，複数の ESPE を必要とする場合がある。

外部電源を使用するように設計した ESPE は，規定の外部電源を用いて試験しなければならない（**6.2** 参照）。

5.1.1.2 運転条件 試験手順書に明記された規定がある場合を除き，ESPE の試験は，ESPE 附属の文書が規定する運転条件の範囲内で運転して行わなければならない。

電気的イミュニティ試験では，試験用 ESPE をできるだけ最終的な運転状態に近い状態に置かなければならない。すなわち，すべての周辺装置及びカバーを取り付け，電源に接続し，必要により外部保護導体及び／又は外部の機能接地用ボンディング（正常作動用ボンディング）導体（**JIS B 9960-1** 参照）に接続する。複数の取付位置が仕様書で規定されている場合は，最も不利な取付位置で試験しなければならない。

5.1.1.3 検出区域への侵入のシミュレーション 試験結果が同じであることを示せるならば，実際に試験片（この規格の関連する部で定義される。）を検出区域へ侵入させる代わりにシミュレーションによることができる。

5.1.2 試験条件

5.1.2.1 試験環境 ESPE は，**5.4** で異なる規定を適用する場合を除き，次の条件で運転して試験しなければならない。

- 定格電圧（又は，定格電圧範囲）
- 定格周波数（又は，定格周波数範囲）
- 周囲温度：20±5 ℃
- 相対湿度：25～75 %
- 気圧：86～106 kPa

備考 マーキング及び ESPE 附属文書に記載された値は，定格値とみなす。

5.1.2.2 測定精度 測定誤差は，次に規定する値以下としなければならない。

- ESPE 応答時間の測定：±1 ms
- 温度の測定：±3 ℃
- 電気量の測定：技術的に可能及び／又は適切である限り±1 %
- 相対湿度（RH）の測定：±3 %RH
- 長さの測定：±1 mm 又は±1 %のいずれか大きい方

すべての測定は，温度が定常状態に達してから行わなければならない。温度の変化率が 2 K/h 未満にな

ったとき，定常状態に達したものとみなす。

5.1.3 試験結果 **5.**に規定された試験と分析の結果は，文書化しなければならない。試験結果は，各試験条件とその条件から受けた影響の詳細を示す形に整理しなければならない。特殊な試験手順は，試験成績書にその詳細を記述しなければならない。

備考 試験結果は，**附属書 C** に従ってレビューすることを推奨する。

5.2 機能試験

5.2.1 検知機能 ESPE の検知機能，検出能力インテグリティ，及び検出区域（例えば，サイズ，形状，配置）は，**JIS B 9704** の該当する部の規定に従って検証しなければならない。

5.2.2 応答時間 ESPE の応答時間は，系統的な分析と試験によって検証しなければならない。

ESPEの応答時間は，検知器の作動を引き起こす事象の発生からOSSDが作動するまでの最大時間間隔が含まれるようなものであれば，電気的シミュレーションによって決定してもよい。

ESPE の応答時間測定に関する追加の要求事項は，**JIS B 9704** の該当する部の規定による。

5.2.3 限定機能試験

5.2.3.1 一般事項 ESPE が，正規の環境条件下では正常運転を継続し，異常な環境条件下又は ESPE の障害発生下でも正常運転を続けるか，少なくとも危険側故障を起こさないことを検証するために，次の限定機能試験 **A**，**B**，**C** を実施しなければならない。

ESPE が再起動インターロック機能をもつ場合は，これをバイパス又は非選択状態にする。この再起動インターロック機能は，別に試験しなければならない（**附属書 A** を参照）。

備考 データ通信バスが用いられる場合の試験は考慮中である。

5.2.3.2 限定機能試験 A（A 試験） 検出区域に侵入物がない状態で一定時間観察し，OSSD がオン状態にとどまり，オフ状態に移行しないことを確認する。観察時間は，別に指定がない場合は少なくとも 5 秒間とする。

5.2.3.3 限定機能試験 B（B 試験） 検出区域に侵入物がない状態で一定時間観察し，OSSD がオン状態にとどまり，オフ状態に移行しないことを確認する。観察時間は，別に指定がない場合は少なくとも 5 秒間とする。

試験片を検出区域に入れる。これに応じて OSSD は，オン状態からオフ状態に移行しなければならない。試験片が検出区域内にある状態又は検知器が作動している状態では OSSD がオフ状態にとどまることを確認する。観察時間は，別に指定がない場合は少なくとも 5 秒間とする。

試験片を検出区域から出すか，又は別な方法で検知器を作動させない状態に置く。これに応じて OSSD がオフ状態からオン状態に移行しなければならない。一定時間観察し，試験片が検出区域内にない状態又は検知器を作動させない状態では OSSD がオン状態にとどまることを確認する。観察時間は，別に指定がない場合は少なくとも 5 秒間とする。

試験の要求条件によっては，上の試験は連続的に繰り返す必要がある。

5.2.3.4 限定機能試験 C（C 試験） この試験は，OSSD がオン状態であるべきときにオフ状態であってもよいという以外，限定機能試験 **B** と同じとする（オフ状態であるべきときはオフ状態でなければならない。）。ただし，試験中に危険側故障が起きてはならない。ESPE は，**5.4** の各試験の終了時に正常運転を継続するか，ロックアウト状態からの回復に続き正常運転を再開しなければならない。

5.2.4 周期テスト タイプ 2 の ESPE は，**4.2.2.3** の要求事項を分析と測定によって検証しなければならない。

5.2.5 表示灯及びディスプレイ **B** 試験を行い，表示灯及びディスプレイの機能と色が **4.2.5** の要求事項

を満たすことを検証しなければならない。

5.2.6　調整手段　調整手段に対して，**4.1.1** と **4.1.2** の要求事項を検査によって検証しなければならない。**4.2.6** の要求事項が該当する場合は，これを検査及び **C** 試験の実施により検証しなければならない。

5.2.7　構成部品の作動定格　ESPE 運転条件の全範囲において，ESPE の各構成部品がその構成部品の定格（電圧，電流など）内で用いられる（作動する）ことを，分析及び／又は検査により検証しなければならない。

5.2.8　OSSD（出力信号開閉器）

5.2.8.1　一般事項　各 OSSD 用に，別々の出力接続端子が設けてあることを検査により検証しなければならない。

2 個の OSSD があるときは，それらが独立に作動することを検査及び試験により検証しなければならない。

OSSD に過電流保護用の電流制限器が付いていること，又は電流制限器の取付法が使用上の情報に記載されていることを検査により検証しなければならない。

OSSD が，オフであるべきときに，予見できる障害によって，オン状態になること及びオン状態にとどまることがないことを検証しなければならない。すべての試験は，供給者が規定する最大の誘導性負荷を最長の接続ケーブルで接続して行わなければならない。

予見できる障害の例には次のものがあるが，すべての予見できる障害を考慮しなければならない。

－　OSSD と電源ラインとの短絡
－　OSSD と接地回路との短絡
－　OSSD 間の短絡
－　電源リターン線の断線
－　接地線の断線
－　遮へい付きケーブルの遮へいの断線
－　誤配線

5.2.8.2　リレー式 OSSD　リレーが **4.2.4.2** に適合することを検査又は試験により検証しなければならない。

5.2.8.3　ソリッドステート式 OSSD　**4.2.4.3** に規定する出力電圧･電流のレベルを検証しなければならない。

5.3　障害状態の性能試験

参考　**5.3** は，ESPE のフォールトトレランス（ESPE 内部に発生する障害によって人が危険に陥らないようにする ESPE の能力）を検証するための試験方法を規定している。

5.3.1　一般事項　**4.2.2** に規定する単一障害を検証するために，すべての関連構成部品に対して障害の影響試験を行わなければならない。最初の単一障害の結果として更に障害が発生する場合は，最初の障害と引き続いて発生するすべての障害を合わせて単一障害とみなす。

すべての構成部品を対象とする障害リストを準備しなければならない。この障害リストには，**附属書 B** に規定する障害アイテムに対する考察結果を記録しなければならない。単一障害又は障害の組合せの結果を理論的に予測することができ，そのことにより **5.3.3**～**5.3.5** に規定する試験の一部を省くときは，その分析を試験結果の記述に含めなければならない。その記述に対して，**5.5.4** によって妥当性確認をしなければならない。この場合，分析結果の記述を確認する試験は抜取試験でよい。

備考1.　障害評価の典型的な手法には，**IEC 60812** による FMEA，**IEC 61025** による FTA などがある。

2.　複雑な回路構成又は構成品（マイクロプロセッサ，完全冗長系など）の場合は，通常，構成

品レベルで障害レビューを行う。基板上の回路間短絡の考察を省略できる条件については，**附属書 B** の **B.1.2** を参照する。隣接する外部接続端子間短絡の考察を省略できる条件については，**附属書 B** の **B.1.3** 及び **B.1.4** を参照する。

5.3.2　タイプ 1 の ESPE の検証試験　タイプ 1 の ESPE に対する要求事項は，現時点では規定しない。

5.3.3　タイプ 2 の ESPE の検証試験　タイプ 2 の ESPE は，これに単一障害を与え，これが危険な状態（例えば，検出能力の喪失，応答時間の増加など）を招く障害である場合は，周期テスト機能により，**4.2.2.3** に規定するように，危険な障害が検出され，ESPE がロックアウト状態になることを確認しなければならない。

周期テストの始動機能を内部にもつタイプ 2 の ESPE に対しては，ESPE が周期テストの監視機能の障害を検出でき，検出したときロックアウト状態になるか，少なくとも 1 個の OSSD がオフ状態になることを検証しなければならない。

5.3.4　タイプ 3 の ESPE の検証試験　タイプ 3 の ESPE は，これに単一障害を与え，これが **4.2.2.4** に定める危険な障害である場合は，ESPE がその障害を検出してロックアウト状態になり，危険側故障に至らないことを確認しなければならない。

単一障害を検出できず，かつ，**5.3.1** による分析を実施できないときは，その障害を与えた状態のまま，他の障害を順にすべて与えて取り除くことを繰り返し，追加する障害が危険な障害である場合は，ESPE がロックアウト状態になり，危険側故障を起こさないことを確認しなければならない。この試験をすべての検出されない単一障害に対して行わなければならない。

3 個以上の障害を累積する試験は行わなくてもよい。

5.3.5　タイプ 4 の ESPE の検証試験　タイプ 4 の ESPE は，これに単一障害を与え，これが **4.2.2.5** に定める危険な障害である場合は，ESPE がその障害を検出してロックアウト状態になり，危険側故障に至らないことを確認しなければならない。

単一障害を検出できず，かつ，**5.3.1** による分析を実施できないときは，その障害を与えた状態のまま，他の障害を順にすべて与えて取り除くことを繰り返し，追加する障害が危険な障害である場合は，ESPE がロックアウト状態になり，危険側故障を起こさないことを確認しなければならない。この試験をすべての検出されない単一障害に対して行わなければならない。

二つの連続した障害を検出できず，かつ，**5.3.1** による分析を実施できないときは，その二つの障害を連続して与えた状態のまま，他の単一障害を順にすべて与えて取り除くことを繰り返す試験を行い，危険側故障が発生してはならない。この試験をすべての検出されない二重障害に対して行わなければならない。

4 個以上の連続した障害については，その障害が互いにほとんど独立で特定の順序で発生する確率が低い限り，試験する必要はない。

5.4　環境試験

5.4.1　定格電源電圧　ESPE の設計が **4.2.1** で規定した電源条件に適合することを検査によって検証しなければならない。

ESPE に対し，次の一連の試験を，順序に従い，**4.2.1** に規定した値によって行わなければならない。

a)　定格電源電圧の下限値に対し，**B** 試験を行う。

b)　10～20 秒をかけて電源電圧を定格の上限値まで上げ，その間 **A** 試験を行う。

c)　最高試験電源電圧に達した後，**B** 試験を行う。

周波数変動と高調波ひずみの要求事項については，試験又は分析的方法によって検証する。

5.4.2　周囲温度変化及び湿度　次の試験の最高周囲温度は，マーキング及び／又は ESPE 附属文書に規定

される値とするが，50 ℃未満であってはならない。また次の試験の最低周囲温度は，マーキング及び/又はESPE附属文書に規定される値とするが，0 ℃を超えてはならない。

ESPEに対し，次の順序で一連の試験を行わなければならない。

a) ESPEを**5.1.2.1**に規定する運転条件において少なくとも2時間**A**試験を行う。最後に**B**試験を行う。

b) 周囲温度を1分間に0.3 ℃以下の速度で最高周囲温度まで上げ，その間**A**試験を行う。

c) 最高周囲温度で少なくとも2時間**A**試験を行う。その間湿度を95 %まで上げ，少なくも1時間その状態を保ち**A**試験を行い，最後に**B**試験を行う。

d) 湿度を95 %に保ったまま周囲温度を1分間に0.3 ℃以下の速度で20 ℃まで下げ，その間**A**試験を行う。

e) 結露を生じないように周囲温度を1分間に0.3 ℃以下の速度で最低周囲温度まで下げ，その間**A**試験を行う。

f) 最低周囲温度で少なくも2時間**A**試験を行う。最後に**B**試験を行う。

g) 周囲温度を1分間に0.3 ℃以下の速度で**5.1.2.1**に規定する値まで上げ，その間**A**試験を行う。

h) **5.1.2.1**に規定する周囲温度で少なくも2時間**A**試験を行う。最後に**B**試験を行う。

5.4.3 電気的妨害の影響 通信バスインタフェースを利用するESPEの試験に対する要求事項は，検討中である。

5.4.3.1 電源電圧変動 外部電源電圧及び各内部生成電源電圧を，順に**4.3.2.1**に従って変化させ，各手順中に，電圧低下によって危険側故障が発生しないことを確認するために，必要な**C**試験を行わなければならない。

5.4.3.2 瞬時停電 **4.3.2.2**に規定する各試験を，それぞれ，少なくも10回の電圧低下が起こるまで行わなければならない。試験**1)**と試験**2)**については**B**試験を行い，試験**3)**については**C**試験を行う。

5.4.3.3 ファーストトランジェントのバースト

5.4.3.3.1 一般要求事項 ESPEに，**JIS C 61000-4-4**に従い（すなわち，直流電源ポート，50 V未満の交流電源ポート，及び信号ポートへの結合には**JIS C 61000-4-4**の**図9**を用い，その他の交流電源ポートへの結合には**図8**を用いて），**4.3.2.3.1**に規定したレベルのファーストトランジェントのバーストを印加する。

各印加中に**B**試験を行わなければならない。

5.4.3.3.2 追加試験 タイプ3又はタイプ4のESPEは，更に，**JIS C 61000-4-4**に従い（すなわち，直流電源ポート，50 V未満の交流電源ポート，及び信号ポートへの結合には**JIS C 61000-4-4**の**図9**を用い，その他の交流電源ポートへの結合には**図8**を用いて），**4.3.2.3.2**に規定したレベルのファーストトランジェントのバーストを印加する。

各印加中に**C**試験を行わなければならない。

5.4.3.4 ファーストトランジェントのサージ

5.4.3.4.1 一般要求事項 ESPEに，**IEC 61000-4-5**に従い（すなわち，信号ポートへの結合には**IEC 61000-4-5**の**図10**又は**図12**を用い，50 V未満の交流電源ポート及び直流電源ポートへの結合には**IEC 61000-4-5**の**図7**を用い，その他の交流電源ポートへの結合には**IEC 61000-4-5**の**図6**及び**図7**を用いて），**4.3.2.4.1**に規定したレベルのファーストトランジェントのサージを印加する。

各印加中に**B**試験を行わなければならない。

5.4.3.4.2 追加試験 タイプ3及びタイプ4のESPEは，更に，**IEC 61000-4-5**に従い（すなわち，信号端子への結合には**IEC 61000-4-5**の**図10**又は**図12**を用い，50 V未満の交流電源ポート及び直流電源ポートへの結合には**IEC 61000-4-5**の**図7**を用い，その他の交流電源ポートへの結合には**IEC 61000-4-5**の**図6**

及び**図 7** を用いて)，**4.3.2.4.2** に規定したレベルのファーストトランジェントのサージを印加する。

各印加中に **C** 試験を行わなければならない。

5.4.3.5　電磁界

5.4.3.5.1　一般試験　ESPE に，**IEC 61000-4-3** の **5.1** に従い，**4.3.2.5.1** に規定したレベルの電磁界を加え（レベル 3 の電磁界中で)，**B** 試験を行わなければならない。

備考　この試験の結果は周囲の構造物に影響されるので，試験結果は，ESPE を機械に実装したときと異なることもある。

5.4.3.5.2　追加試験　タイプ 3 及びタイプ 4 の ESPE は，更に，**IEC 61000-4-3** の **5.2** に従い，**4.3.2.5.2** に規定するレベルの電磁界を加え（レベル 4 の電磁界中で)，**C** 試験を行わなければならない。

備考　この試験の結果は周囲の構造物に影響されるので，試験結果は，ESPE を機械に実装したときと異なることもある。

5.4.3.6　無線周波電磁界により誘起される伝導妨害

5.4.3.6.1　一般試験　ESPE に，**IEC 61000-4-6** に従い，**4.3.2.6.1** に規定するレベルの無線周波による伝導妨害を印加して，各ポートへの印加中に **B** 試験を行わなければならない。

5.4.3.6.2　追加試験　タイプ 3 及びタイプ 4 の ESPE は，更に，**IEC 61000-4-6** に従い，**4.3.2.6.2** に規定するレベルの無線周波による伝導妨害を印加して，各ポートへの印加中に **C** 試験を行わなければならない。

5.4.3.7　静電気放電

5.4.3.7.1　一般試験　ESPE に，**JIS C 61000-4-2** に従い，**4.3.2.7.1** に規定する静電気放電を印加して，各放電の印加中に **B** 試験を行わなければならない。

5.4.3.7.2　追加試験　タイプ 3 及びタイプ 4 の ESPE は，更に，**JIS C 61000-4-2** に従い，**4.3.2.7.2** に規定するレベルの静電気放電を印加して，各放電の印加中に **C** 試験を行わなければならない。

5.4.4　機械的影響

5.4.4.1　振動　ESPE に対して，**JIS C 60068-2-6** に従い，振動試験を行わなければならない。

次の条件を適用する。

周波数範囲	10～55 Hz
周波数変化率	1 オクターブ／分
振幅	0.35±0.05 mm。この試験は防振マウントを取り外して行う。
スイープ数	互いに直交する 3 軸に対し各 20 回（共振周波数において遅れがないように）

各軸に対して，次の部分的機能試験を行わなければならない。

－　各軸の最初と最後のスイープ時に **A** 試験を行う。

－　第 2 のスイープの最初に試験片を検出区域に入れ，第 19 スイープの最後に取り出すことにより，**B** 試験を行う。

5.4.4.2　バンプ　ESPE に対して，**JIS C 60068-2-29** に従い，バンプ試験を行わなければならない。

次の条件を適用する。

加速度	10 g (98 m/s^2)
パルス幅	16 ms
バンプ回数	互いに直交する 3 軸に対し各 1 000±10 回

各軸に対し，次の試験を行わなければならない。

－　最初と最後の 100±10 回のバンプ印加時に **A** 試験を行う。

－　最初の 100±10 回のバンプ印加後に試験片を検出区域に入れて **B** 試験を行う。

5.4.5　エンクロージャ　5.4.4 の試験終了後，**4.3.4** に規定する保護等級の要求事項に対し **JIS C 0920** に従い試験しなければならない。

その他の要求事項については，検査によって検証しなければならない。

5.5　プログラマブル集積回路又は複雑な集積回路の妥当性確認

5.5.1　一般事項　5.5 は，**4.2.10** 及び **4.2.11** の要求事項に対する妥当性確認，並びに **5.3.1** により試験成績書に含めた分析報告（試験に替えた分析）に対する妥当性確認について規定する。

妥当性確認は，システム設計，ハードウェア設計及びソフトウェア設計のどの過程にも責任のない独立した適格者が行わなければならない。確認結果は文書化しなければならない。

備考　妥当性確認は，ESPE が特定の要求事項を満足していることを，ESPE 開発関係者から独立して確認するものである。設計に系統的欠陥がないこと，またその製品のライフサイクル中（例えば，設計変更後も）安全性能を維持するために適切な手順がとられていること，更にその ESPE の設計がタイプに対応する障害検出の要求事項を満たしていることを確認することが目的である。

参考　適格者（competent person）とは，妥当性確認を行う条件（力量，開発当事者からの独立性など）を満たすことを，組織，社会などで認められた者をいう。

5.5.2　複雑な集積回路又はプログラマブル集積回路の妥当性確認　複雑な集積回路又はプログラマブル集積回路を採用したタイプ 4 の ESPE は，分析により次の要求事項に対する妥当性確認を行わなければならない。

a)　少なくとも二つの独立した判断チャネルをもつ。

b)　該当するすべての障害条件下で，チャネル間の不一致が検出され，ロックアウト状態に移行する。

5.5.3　ソフトウェア，プログラミング，集積回路機能設計の妥当性確認　システム設計及びソフトウェア開発に適用する品質管理体系の手順及び支援文書が，品質マネジメントシステムの要求事項（例えば，**JIS Q 9001**）に適合していることを検証しなければならない。

ESPE に関する品質管理体系の運用に対して，ESPE 開発記録文書の監査，及び ESPE がライフサイクル中その品質を維持する手順の監査を行うことによって，妥当性確認を行わなければならない。

ESPE 開発文書の適切性，完全性，及びトレーサビリティに対して，監査により妥当性確認を行わなければならない。

安全要求仕様を分析して，その中では規定していないソフトウェア，プログラム設計及び機能設計に対する安全要求事項は，システム設計のどこかに与えられていることを確認しなければならない。

試験計画を分析して，その試験に合格すれば安全要求仕様の全項目が満足されるようになっていることを確認しなければならない。

ESPE 運転中に障害検出のためにソフトウェアを用いる場合は，試験計画を分析して，**附属書 B** の **B.4.4** に示す障害のうち直接ハードウェア障害をシミュレートすることによっては，試験できないすべての障害がソフトウェアによって試験されることを確認しなければならない。

最新バージョンの設計に対する試験結果を，監査しなければならない。無作為に抽出した ESPE を，妥当性確認のために再試験し，その結果がプロジェクト記録の中に保存されている結果と細部まで一致しなければならない。

ESPE 運転中の障害検出のためにソフトウェアを用いる場合は，障害をシミュレートして試験した結果が必要な障害検出範囲をカバーしていることを検証しなければならない。試験報告書の一部として分析書が含まれている場合は，これと試験結果を比較しなければならない。

ESPE 運転中に用いるソフトウェアについては，すべての運転命令プログラムが，書き換え不可能な読み出し専用メモリに格納されていることを確認しなければならない。

プログラマブル集積回路については，その集積回路が，プログラムされたすべての機能を実行することを検証する方法の妥当性確認を行わなければならない。

備考1. 集積回路のプログラムが不完全であると，ESPE は，主保護機能は正しく実行するが，障害検出機能を欠くということがある。特に複数の類似のプログラマブル集積回路を用い，障害検出を相互監視に頼る設計においてはこの危険が高い。

プログラムの流れ，複雑な集積回路及びプログラマブル集積回路の作動を監視する手段の妥当性確認を行わなければならない。監視手段は，供給者が規定する安全関連性能レベル及びシステム構成に対し適切でなければならない。

備考2. **IEC 61508-3** に，更に詳しい記述がある。

5.5.4　試験結果分析報告　**5.3** で要求される試験結果の分析を行った場合は，分析に用いた技術が適切であり有効であることの妥当性確認を行わなければならない。分析の一部を無作為に選び，再度分析を繰り返すことによって，適用した分析方法が正しいことを検証しなければならない。

6.　識別と安全使用のためのマーキング

6.1　一般事項　**JIS B 9700-2** の **6.4** に従い，ESPE のすべての部分には，次のために必要なすべてのマーキングを行わなければならない。

－　明確な識別

－　安全な使用

また，次の方法を用いて補足情報を提供しなければならない。

－　ESPE の表面に恒久的に表示する。

－　取扱説明書などの附属文書に記載する。

－　包装の上に表示する。

ESPE のエンクロージャの最適箇所に，次のマーキングを永久に消えないように行わなければならない。

a)　製品の識別（供給者の名称及び住所，型式又はシリーズ，製造番号及び製造年を含む。）

b)　検出区域のパラメータ。例えば，寸法

c)　検出能力

d)　応答時間

e)　定格電源電圧，相数，及び周波数

f)　定格電源入力電力（25 W を超える場合），又は定格電流

g)　保護等級（IP コード）の指定

h)　クラスⅡ装置に限り，感電保護の種別記号（絶縁物被覆又は金属被覆の別）

参考　クラスⅡ装置（機器）とは，感電に対する保護を基礎絶縁だけに頼るのではなく，二重絶縁又は強化絶縁といった付加的な安全対策を講じている機器であって，保護アース又は設置条件のいずれにも頼らないものをいう（**JIS C 6950**）。

i)　高電圧危険の警告標識

j)　**4.1.3** による ESPE のタイプ

6.2　外部電源から給電する ESPE　外部電源から給電する ESPE は，試験時に用いた電源のモデル又は形式の詳細を ESPE の最適なエンクロージャ上に恒久的な方法でマーキングし，及び／又は取扱説明書に記

載しなければならない。

6.3　内部電源から給電する ESPE　内部電源から給電する ESPE は，電源ヒューズを用いている場合，その定格電流値を最適なエンクロージャ上にマーキングしなければならない。

6.4　調節　異なる定格電源電圧又は異なる電源入力に合わせて調節できる ESPE は，設定した電圧又は入力電源条件を，明りょう，かつ容易に識別できるように，その調節部にマーキングしなければならない。

6.5　エンクロージャ　電気機器を収容するエンクロージャには，**JIS B 9960-1** の **17.2** による警告標識をマーキングしなければならない。

6.6　制御機器

6.6.1　スイッチ，表示灯などの制御機器のマーキングは，それらの近傍に行わなければならない。これらのマーキングは，取り外せる部分に行ってはならない。

6.6.2　制御機器及び表示機器の機能を識別するマーキングは，**JIS B 9960-1** の **17.3** による。

6.6.3　すべての電源スイッチの切換位置は，**JIS B 9960-1** の **5.3.3** によりマーキングしなければならない。

6.6.4　据付中又は据付後に特性値を調節するための機器には，その特性値を増減させる調節方向をマーキングしなければならない。**JIS C 0447** を参照。

6.7　端子表示

6.7.1　ESPE の据付時，又は保全作業実施後の再据付時にケーブルを接続する端子には，マーキングを行い，接続図との対応付けをしなければならない。

6.7.2　外部接続用端子，及び使用者が交換できる部品を接続する端子には，マーキングを行い，接続図との対応付けをしなければならない。

6.7.3　すべての電源入力端子には，**IEC 60445** によりマーキングしなければならない。

6.7.4　保護導体接続点には，**JIS B 9960-1** の **8.2.7** によりマーキングしなければならない。

このマーキングは，電線を接続するとき又は切り離すときに取り外す可能性のある，ねじ，座金などの部品上に行ってはならない。

6.7.5　3 本以上の電源導体を接続する ESPE には，その接続法が自明でない限り，その接続図を ESPE に取り付けなければならない。

6.7.6　1 台の ESPE に複数の電源を接続する場合は，端子盤カバーを外す前にすべての電源を切り離すように警告するマーキングを行わなければならない。

6.8　マーキングの耐久性　マーキングは，この規格が規定する温度及び湿度，並びに水，石けん水，機械油，ベンジンなどの液体による工業的環境の影響に耐えるものでなければならない。

マーキングは，揮発油をしみ込ませた布及び水に浸した布で 15 秒間軽くこすったとき，消えてはならない。

7.　附属文書　ESPE の供給者は，使用者と合意した言語で文書を作成しなければならない。

この附属文書には，据付け，使用，その後の廃棄及び次の該当事項について記載しなければならない。

a)　ESPE 内部で発生する電源に他の機器を接続してはならない。

b)　**附属書 A** に規定する ESPE のオプション機能のうち，ESPE に含めたものの詳細

c)　ESPE が SPM を含む場合は，SPM 接続用機材の説明

d)　タイプ 2 の ESPE において，外部試験信号を利用する場合，外部試験信号の与え方（**4.2.2.3** 参照）。

e)　調整，運転又は無許可アクセス防止のためのかぎ（鍵）又は特殊工具がある場合は，これを責任者又は委任者の下に保管することを推奨する旨の記述

f) 検出能力の確認及び視覚表示の作動確認に用いる試験片の寸法及び型，並びに試験手順の説明，又は試験片を用いずに行う他の確認方法の説明

g) 応答時間

h) 次を含む ESPE の定格運転条件

- 温度範囲
- 湿度
- 電圧範囲
- ESPE サブシステム間の間隔設定範囲，及び接続ケーブルの最大長

i) 検知機能間の相互干渉を防止するために注意すべき事項

j) リレーの接点開閉シーケンスを示すブロック図及び機能説明図

k) すべての入力端子及び出力端子の位置

l) すべての入力端子及び出力端子の定格及び特性

m) OSSD 及び SSD（SSD はある場合）が，抵抗性，容量性及び誘導性の負荷に対して開閉できる最小，最大の電圧・電流値，最大開閉頻度，及び負荷条件よって予想される OSSD，SSD の寿命

n) 供給者推奨の予備品を使って使用者が保守するための情報

o) 入力ケーブル及びその端末に対し特に必要な要求事項

p) ESPE の最大消費電力

q) ESPE の取外し作業及び保全作業のために ESPE の周りに必要なスペースの詳細

r) 供給者が指定する，使用者交換可能部品のリスト

s) 色及びコードの体系を示す表（**JIS B 9960-1** 参照）。

t) ESPE の最大寸法

u) ESPE の使用方法

v) 検出区域の配置及び寸法，並びにその他機能の限界値の定義

w) ESPE が正常に機能していることを確認するために，据付後，保全後又は定期的に行うべき検査のスケジュール

x) 作動性能が正常に保たれていることを確認する定期試験の方法と頻度

y) エンクロージャの保護等級（IP コード）の説明，又は機械の制御装置のエンクロージャ内に収納する ESPE の場合は，**4.3.4** によってその制御装置のエンクロージャに要求される保護等級の最小値についての説明

z) その ESPE 特有の用途がある場合は，その明確な説明

aa) タイプ 2 の ESPE に対する周期テスト最大間隔の推奨値

ab) ESPE 本体から離して遠方に取付け，接続するスイッチ，操作器，表示器の据付け・取付方法

ac) 再起動インターロックを構成する部品を，危険区域に対してどこに配置すべきかの指示

ad) 検知機能をもつ部品を危険区域に対してどこに配置すべきかの指示，及び検出区域と危険区域との間の最小距離を決める方法，例えば，計算式

ae) ESPE と機械とのインタフェースに関する指示

af) 特に考慮すべき注意事項があれば，その詳細

ag) ESPE の設置に必要なスペースの寸法

ah) その設置スペース内に ESPE を支持，固定する手段の位置及び寸法

ai) ESPE の各部分間，及び ESPE と周囲取付品との間の最小間隔

aj) ESPEと電源との接続方法，及び分離した構成品がある場合は，構成品間の接続方法

ak) **4.2.4.1**によるソリッドステート式出力回路を用いる場合は，正しい接続法に関する情報

al) ブランキング機能（モニタ付き，モニタなし，固定，又は浮動式）又は検出能力を調節する機能をもつ場合は，それらの意図する使用法を説明しなければならない。

参考文献

ISO 9000-3:1997，Quality management and quality assurance standards－Part 3: Guidelines for the application of ISO 9001:1994 to the development, supply, installation and maintenance of software（品質管理及び品質保証規格－第3部：ISO 9001:1994をソフトウェアの開発，供給，組込み及び保守に適用するためのガイドライン）

IEC 60812:1985，Analysis techniques for system reliability－Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)［システムの信頼性解析技術－故障モード及び原因分析手順（FMEA）］

IEC 61025:1990，Fault tree analysis (FTA)［故障のツリー解析（FTA）］

附属書A（規定）ESPEのオプション機能

A.1　一般事項　ESPEには，本来の検知･保護機能だけでなく，安全関連制御システムの中で実行する機能又は機器を追加して含めることができる。このオプション機能を実行するために用いる装置がESPE本体から分離している場合も，これらをESPEの構成に含む場合は，ESPEは，それらの分離した装置と併せてこの規格を満足しなければならない。

備考　オプション機能を，ESPEの一部としてでなく，ESPEから分離した別装置として実行する場合は，その装置は関連する規格（例えば，**JIS B 9705-1**，**IEC 61508**，**IEC 62061**）の要求事項を満たすことが望ましい。この場合，この附属書の要求事項は，他の関連規格と併せて，ガイドとして用いることができる。

次の機器又は機能は，ESPEに対してはオプションである。

- EDM（**A.2**参照）
- SPM（**A.3**参照）
- SSD（**A.4**参照）
- 起動インターロック（**A.5**参照）
- 再起動インターロック（**A.6**参照）
- ミューティング（**A.7**参照）
- 機械の再始動装置として用いるESPE（**A.8**参照）

次の要求事項は最小限のものであり，すべての用途に対して十分であるとは言い切れない。この附属書の要求事項は，リスクアセスメントの結果に基づき，他の関連規格（例えば，**JIS B 9960-1**，**JIS B 9705-1**）が規定する関連要求事項と併せて適用することを意図している。

A.2　EDM（外部機器モニタ）

A.2.1　機能要求事項　EDMには，外部接点（例えば，FSD又はMPCEの接点）を監視する手段を備えなければならない。

EDMが，監視対象機器のいずれか一つの異常を検出したとき，ESPEはロックアウト状態にならなければならない。

A.2.2　EDM障害時の要求事項　ESPEは，EDMの障害に対して本体の**4.2.2**に従って反応しなければならない。

A.2.3　検証　次のことを試験及び検査によって検証しなければならない。

- 対象の外部機器を監視するために必要な機能がESPEに備わっている。
- 監視対象機器のいずれか一つが異常状態になったときは，ESPEがロックアウト状態になる。
- EDMの障害に対し，ESPEは本体の**4.2.2**に従って反応する。

A.2.4　使用のための情報　ESPEの供給者は，EDMを監視対象機器等に接続するために必要な情報を提供しなければならない。供給者は，EDMの監視対象機器の種類を指定しなければならない。監視対象機器に特別な特性（例えば，機械的連動接点，入力の2重化，NO形接点，NC形接点など）が必要な場合は，それを指定する。

外部接点の応答時間モニタがない場合は，接点応答時間モニタのために外部手段を必要とする場合があ

ることを使用情報に含めなければならない。

A.3　SPM（停止性能モニタ）

A.3.1　機能要求事項　SPM は，機械の危険部位が停止するまで又は安全状態に復帰するまでに要した時間，又は移動した距離に対応する信号を ESPE に出力しなければならない。ESPE は，SPM からの信号が停止性能の限界値を超えたことを示したとき，ロックアウト状態に移行しなければならない。

タイプ 4 の ESPE においては，SPM は，少なくとも二つの信号チャネルによって ESPE に信号を送出しなければならない。各チャネルは，それぞれ ESPE をロックアウト状態にすることが可能でなければならない。

SPM は，総合システム停止性能を監視するため，自動的な停止性能試験を行わなければならない。

SPM は，検知器の実作動又はシミュレーション作動と同時に，ESPE からの信号によって自動的に停止性能試験を開始できなければならない。

SPM の設定値を調節する手段は，かぎ（鍵），パスワード，又は特別の工具を用いなければアクセスできないものとする。

A.3.2　SPM 障害時の要求事項　ESPE は，次のいずれかに応じて，ロックアウト状態に移行しなければならない。

－　停止性能の自動試験を開始又は完了できないとき。
－　SPM へ機械の運動を伝達する手段が故障したとき（二重の伝達手段を用いる場合は，そのいずれかが故障したとき）。
－　ESPE から SPM を切り離したとき。

A.3.3　検証　検査により次の各事項を検証しなければならない。

－　停止性能が悪化して設定値を超えたときは，SPM 出力信号によって ESPE がロックアウト状態となる。
－　タイプ 4 の ESPE にあっては，SPM から ESPE へ少なくも二つの独立した信号源があり，そのいずれかが故障したとき ESPE がロックアウト状態となる。
－　ESPE からの信号に応じて，SPM が自動試験を開始する。
－　検知機能の実作動又はシミュレーション作動と同時に，ESPE が自動的に SPM による停止性能試験を開始させる。
－　調整箇所には，かぎ（鍵），パスワード，又は特別の工具を用いなければアクセスできない。
－　自動試験を開始又は完了できなかったときは，ESPE がロックアウト状態となる。
－　SPM へ機械の運動を伝達する手段が故障したときは，ESPE がロックアウト状態となる。
－　ESPE 又は安全関連制御システムから SPM を切り離したときは，ESPE がロックアウト状態となる。
－　マーキングは，**A.3.4** に適合し，正しい。

A.3.4　SPM へのマーキング　SPM 供給者は，次の情報を恒久的方法で SPM にマーキングしなければならない。

－　供給者の名称及び住所
－　型式番号及び製造番号
－　その SPM を適用する ESPE の型式番号
－　その SPM の精度

A.4　SSD（副開閉器）

A.4.1　機能要求事項　ESPE の電源をオフにしたとき，及び ESPE がロックアウト状態にあるとき，いずれの場合も SSD はオフ状態になければならない。

ESPE の電源をオンしたときは，OSSD がオン状態になる前に，自動試験により SSD の安全関連機能の作動性能を確認しなければならない。

A.4.2　SSD 障害時の要求事項　**A.4.1** の自動試験で，SSD のオフ不能障害を検出したときは，OSSD がオフ状態にとどまらなければならない。

A.4.3　検証　検査と試験によって次の要求事項を確認しなければならない。

－　SSD がオン状態に拘束される障害状態において ESPE の電源を投入したときは，OSSD はオフ状態にとどまり，リセット操作をしてもオフ状態にとどまる。

－　ロックアウト状態では SSD はオフ状態である。

A.5　起動インターロック

A.5.1　機能要求事項　起動インターロックは，ESPE の電源をオンにしたとき又は停電後に復電したとき，いずれの場合も OSSD がオン状態になることを防止しなければならない。

OSSD のオフ状態は，起動インターロックを手動でリセットする（例えば，スイッチ操作によって，又は検知器を作動状態から非作動状態にすることによって OSSD のオンを許容する状態にする。）まで，保持しなければならない。

ESPE がロックアウト状態にあるときは，起動インターロックのリセットにより OSSD をオン状態にすることが可能であってはならない。

A.5.2　起動インターロック障害時の要求事項　起動インターロックがインターロック状態（OSSD のオンを禁止すべき状態）にあるときに，OSSD がオンになる又はオン状態にとどまるような故障が起動インターロックに生じたときは，ESPE はロックアウト状態に移行するか，又はロックアウト状態にとどまらなければならない。

A.5.3　検証　検査と試験によって次のことを検証する。

－　起動インターロックがインターロック状態にあるときは，OSSD がオフ状態にある。

－　電源をオンしたときは，起動インターロックを手動でリセットするまで OSSD がオフ状態にとどまる。

－　停電により OSSD がオフ状態になったあとに電源が復帰したとき，OSSD は，起動インターロックを手動でリセットするまでオフ状態にとどまる。

－　ESPE がロックアウト状態にある間は，起動インターロックをリセット操作しても OSSD がオン状態とならない。

－　起動インターロックが故障した場合は，ESPE がロックアウト状態になる。

A.5.4　表示　起動インターロックによって OSSD がオン禁止状態にあるときに点灯する黄色の表示器を備えなければならない。

A.6　再起動インターロック

A.6.1　機能要求事項　再起動インターロックは，次のとき OSSD がオン状態になることを防止しなければならない。

－　機械の危険な運転行程中に，検出区域に侵入があったとき，及びその後リセットするまで。

－　機械が自動又は半自動運転モードにあるときに，検出区域に侵入があったとき，及びその後リセットするまで。

－　機械の運転モード，又は運転形態を変更したとき，及びその後リセットするまで。

再起動インターロック状態（OSSD のオンを禁止する状態）は，再起動インターロックを手動リセットするまで継続しなければならない。更に，再起動インターロックは，検知器が作動中はリセットできてはならない。

A.6.2　再起動インターロック障害時の要求事項　**A.6.1** の要求機能を損なう故障が発生したときは，ESPE がロックアウト状態に移行しなければならない。

A.6.3　検証　検査と試験によって次のことを検証する。

－　再起動インターロックがインターロック状態にあるときは，OSSD はオフ状態にある。

－　検知器が作動中は，再起動インターロックを，OSSD のオンを許容する状態に，リセットできない。

－　機械の危険な運転行程中に検知器が作動することによって，再起動インターロックは，インターロック状態となる。

－　機械の運転モード又は運転形態を変更したとき，再起動インターロックは，インターロック状態となる。

－　再起動インターロックが故障したとき，ESPE がロックアウト状態となる。

A.6.4　表示　再起動インターロックにより OSSD がオン禁止状態にあるときに点灯する黄色の表示器を備えなければならない。

A.7　ミューティング

A.7.1　機能要求事項

A.7.1.1　ESPE がミューティング状態にあるときは，OSSD は，検知器が作動（検出）してもオン状態にとどまらなければならない。

A.7.1.2　ESPE は，ミューティングを始動するための少なくとも二つの独立したミューティング信号源をハードワイヤで接続する手段を備えなければならない。OSSD が既にオフ状態にあるときは，ミューティングを始動できてはならない。

A.7.1.3　ミューティング機能は，正しいシーケンス及び／又は正しいタイミングのミューティング信号だけによって始動されなければならない。ミューティング信号に矛盾が生じたときは，ESPE はミューティング状態になってはならない。

A.7.1.4　ESPE は，ミューティングを解除するための少なくとも二つの独立したミューティング信号源をハードワイヤで接続する手段を備えなければならない。これらのミューティング信号の一つが，最初に状態変化したときに，ミューティング機能を解除しなければならない。ESPE がクリアされたこと（ミューティングエリアの材料詰まりがクリアされたこと）だけによってミューティング機能を解除してはならない。

備考　ミューティング機能の始動と解除の信号源は同じであってもよい。

A.7.1.5　ミューティング信号は，ミューティング中は連続的に存在しなければならない。信号が連続しない場合，信号シーケンスが不正な場合，又はプリセット時間を超過した場合は，ESPE はロックアウト状態又は再起動インターロック状態にならなければならない。

備考　用途（例えば，コンベア，包装機械）によっては，ミュートセンサ従属式バイパス（オーバライド）機能が付加される。この機能は，ミュートセンサを配置しているエリアで製品（材料）詰まりをクリアするためにミューティング機能を再開することを可能にするものである。安全機能をバイパスする機能の作動は，少なくとも一つのミュートセンサが作動（検出）状態にあ

るときだけ可能とすることが望ましい。ESPE の単一障害によって安全機能をバイパスする機能が始動されないことが望ましい。

安全機能のバイパスは，次のいずれかによって自動的に解除することが望ましい。

- 正しいミューティング信号のシーケンスが識別されたあと。
- プリセットしたミューティング制限時間が経過したとき。
- 規定のミューティングエリアがクリアされ，正常運転の再開が可能になった直後。

バイパス機能の始動には，オペレータが危険源の存在場所を目視できる位置に取り付けたホールド・ツゥ・ラン装置を用いることが望ましい。

A.7.2　ミューティング機能障害時の要求事項　ミューティング機能の障害は，**4.2.2** に従って検出し，少なくも，更に不正のミューティング状態を起こしてはならない。

A.7.3　検証　検査及び試験によって次のことを検証しなければならない。

- ミューティング状態で検知器が作動したときは，OSSD がオン状態にとどまる。
- ミューティング機能を始動，解除するために，二つの独立したハードワイヤによるミューティング信号源があり，信号の組合せが正しくないときはミューティング状態にならない。
- タイプ 2 の ESPE では，ミューティング状態に拘束される故障は，周期テストによって検出され，ミューティング状態が停止する。
- ミューティング機能は，少なくとも二つのミュート解除信号の一つが最初に状態変化したときに解除される。

A.7.4　表示　ミューティング状態出力信号，又はミューティング状態表示器を備えなければならない［表示器だけでなく出力信号を必要とする用途もある（**JIS B 9705-1**，**5.9** 参照)。］。

A.8　機械の再始動

参考　再始動（reinitiation）は，再起動（restart）とは異なる。再始動は，（例えば，プレスなどの）サイクル運転のサイクル行程を再始動する意味である。

A.8.1　一般事項　ESPE を，保護装置としての機能に加えて，機械の再始動運転（サイクル運転）に用いる場合は，次の運転モードを採用することができる。

- 検知器の 1 回の作動と復帰で機械が再始動するモード（シングルブレークと呼称)。
- 検知器の連続 2 回の作動と復帰で機械が再始動するモード（ダブルブレークと呼称)。

ESPE の機能の一部としてこのオプション機能を備える場合は，**A.5** に規定する起動インターロック及び **A.6** に規定する再起動インターロックを同時に備えなければならない。

A.8.2　機能要求事項

a) ESPE の電源をオンしたとき，及び停電後に復電したとき，いずれの場合も起動インターロックをリセットするまでは，**A.8.1** のいずれの運転モードによる再始動も可能であってはならない。

b) 機械の危険な運転行程中に検知器が作動した後は，再起動インターロックをリセットするまでは，**A.8.1** のいずれの再始動運転モードも可能であってはならない。

c) **A.8.1** のいずれの再始動運転モードにおいても，連続する次の再始動は，規定の制限時間が経過する以前にだけ可能としなければならない。

d) ダブルブレークを用いる場合は，いかなる状況下でも，シングルブレークによる再始動は不可能としなければならない。

e) **c)**の限定時間経過後は，再起動インターロックをリセットするまで機械の再始動は不可能としなけれ

ばならない。

f) 再始動運転モードの変更後は，再起動インターロックをリセットするまで，**A.8.1** のいずれの再始動運転モードによる機械の再始動も不可能としなければならない。

g) c)の限定時間を制御するタイマには，外部からリセットする手段を備えなければならない。

h) 上記タイマの調整手段は，かぎ（鍵），パスワード，又は特別の工具の使用を必要とするものでなければならない。

備考 サイクルタイムが 5 秒以下の機械においては，次の再始動までに許容する時間経過は 30 秒を超えないことが望ましい。

A.8.3 障害時の要求事項 **附属書 B** に示す障害により，機械の再始動運転モードが変更されてしまう場合は，その障害によって，少なくも起動インターロック又は再起動インターロックのいずれかが作動しなければならない。

A.8.4 検証 検査と試験によって次のことを検証しなければならない。

－ ESPE の電源をオンしたときも，停電後に復電したときも，起動インターロックをリセットするまで **A.8.1** のいずれの再始動運転モードも実行不可能である。

－ 機械の危険な運転行程中に検知器が作動した後は，再起動インターロックをリセットするまで，**A.8.1** のいずれの再始動運転モードによる再始動も不可能である。

－ **A.8.1** のいずれの運転モードによる再始動も，継続する次の再始動を行うことは，規定の制限時間経過以前にだけ可能である。

－ ダブルブレークを用いる場合は，いかなる状況下でもシングルブレークによる再始動は不可能である。

－ 再始動運転モードの変更後は，再起動インターロックをリセットするまで，**A.8.1** のいずれの再始動運転モードによる機械の再始動も不可能である。

－ 制限時間を制御するタイマは，外部からリセットするための手段を備えている。

－ 上記タイマの調整手段は，工具を使用しなければアクセスできないようにしたエンクロージャ内に設けられている。

－ **附属書 B** にリストした障害により機械の再始動運転モードが変更されてしまう場合は，その障害の結果として，少なくとも起動インターロック又は再起動インターロックのいずれかが作動する。

附属書 B（規定）ESPE 電気用品の単一障害一覧表
（本体 5.3 の危険側故障として考慮すべきもの）

B.1　導体及びコネクタ

B.1.1　導体・ケーブル

危険側故障として考慮すべき障害	考慮を除外できるもの
2 導体間の短絡	外傷に対し保護され（例えば，ケーブルダクト，外装などにより），恒久的に（例えば，プラグ･ソケットを使わずに）接続した導体間の短絡
	別の多心ケーブル内にある導体間の短絡
導体の断線	なし
露出導電性部分又は保護導体と他の導体間の短絡。	なし
充電部と任意の導体間の短絡	例えば，終端部付近の機械的損傷による障害を防止するために，多心終端アセンブリで支持及び／又は終端する導体

B.1.2　プリント配線及びプリント配線ユニット

危険側故障として考慮すべき障害	考慮を除外できるもの
隣接 2 導体間の短絡	－**IEC 60249-2** に適合する基材を用い，少なくとも **JIS C 0664** の汚損度 2，材料グループⅢに適合する沿面距離と汚損度 2 に適合する空間距離をもつ場合 －保護等級 IP54 以上のエンクロージャにユニットを収容し，耐劣化性のワニス又は保護膜でプリント面の導体全部を覆う場合
断線	なし

B.1.3　端子板

危険側故障として考慮すべき障害	考慮を除外できるもの
隣接端子間の短絡	端子は **IEC** 規格又はそれに一致する **JIS** に適合し，**JIS B 9960-1** の **14.1.1** 及び **14.1.2** の要求事項を満たす場合
断線	なし

B.1.4　多極コネクタ（例えば，ケーブル用，リレー用，IC 用のプラグ及びソケット）

危険側故障として考慮すべき障害	考慮を除外できるもの
隣接 2 ピン間の短絡	**B.1.2** を満足する隣接ピン
機械的誤挿入防止のないコネクタの入れ替わり又は誤挿入	なし
断線	なし

B.2　スイッチ

B.2.1　電気・機械式スイッチ，手動操作スイッチ及び押しボタンスイッチ（例えば，リセットアクチュエータ，ディップスイッチ）

危険側故障として考慮すべき障害	考慮を除外できるもの
接点が閉じない。	なし
接点が開かない。	なし
互いに絶縁された隣接2接点間の短絡	**JIS C 8201-5-1**（**K.7.1.4.6.1** 参照）に適合するスイッチであり，導電性部品の固定緩みで2接点間の絶縁をブリッジすることが有り得ない場合
切換接点の3端子間の同時短絡	同上

B.2.2　電気・機械式機器（例えば，リレー，コンタクタ）

危険側故障として考慮すべき障害	考慮を除外できるもの
無励磁位置に戻らない。（例えば，機械的障害によって，すべての接点が励磁位置にとどまる。）	なし
励磁されない。（例えば，機械的障害，コイルの断線によって，すべての接点が無励磁位置にとどまる。）	なし
1接点が開かない。	なし
1接点が閉じない。	なし
切換接点の3端子間の同時短絡	少なくとも **JIS C 0664** の汚損度2，材料グループⅢに適合する沿面距離及び汚損度2に適合する空間距離をもち，導電性部品の固定緩みで接点間の絶縁をブリッジすることが有り得ない場合
接点回路間，及び接点とコイル端子間の短絡	少なくも **JIS C 0664** の汚損度2，材料グループⅢに適合する沿面距離及び汚損度2に適合する空間距離をもち，導電性部品の緩みで接点間，及び接点とコイル間の絶縁をブリッジすることが有り得ない場合
NC接点及びNO接点の同時閉路	強制ガイド接点（又は機械的連動接点）を用いるものは，接点の同時閉路障害を考慮しなくてもよい。

B.3　ディスクリート電気部品

B.3.1　変圧器

危険側故障として考慮すべき障害	考慮を除外できるもの
各巻線の断線	なし
巻線間の短絡	**IEC 60950** に従って変圧器の巻線が分離しているもの。

B.3.2　インダクタ（固定又は可変）

危険側故障として考慮すべき障害	考慮を除外できるもの
断線	なし
短絡	1層コイルで，エナメル処理又はポッティング処理をし，軸方向に取り付け，接続したもの。
値の変化：“$0.5L_N < L < L_N$＋許容差”内の変化を考慮する。ここに，L_N はインダクタンスの公称値。 可変インダクタの値の変化は，“$L_{min} < L < L_{max}$”内の変化を考慮する。	なし

B.3.3　抵抗

危険側故障として考慮すべき障害	考慮を除外できるもの
断線	なし
短絡	皮膜抵抗，又は断線時のほどけ防止形の巻線抵抗で，ワニス処理をし，軸方向に取り付け，接続したもの。 表面実装技術で用いる円筒形抵抗器
値の変化：“$0.5R_N < R < 2R_N$” 内の変化を考慮する。ここに，R_N は抵抗の公称値	なし

B.3.4　複合抵抗

危険側故障として考慮すべき障害	考慮を除外できるもの
個々の端子の断線	なし
端子間の短絡	なし
個々の抵抗値の変化：“$0.5R_N < R < 2R_N$” 内の変化を考慮する。ここに，R_N は抵抗の公称値	なし

B.3.5　ポテンショメータ

危険側故障として考慮すべき障害	考慮を除外できるもの
個々の端子の断線	なし
全接続部の同時短絡	なし
端子間の抵抗値変化：“$0.5R_P < R < 2R_P$” 内の変化を考慮する。ここに，R_P は抵抗の公称値	なし

B.3.6　コンデンサ，固定又は可変

危険側故障として考慮すべき障害	考慮を除外できるもの
断線	なし
値の変化：“$0.5C_N < R < 2C_N$＋許容偏差” 内の変化を考慮する。ここに，C_N は容量の公称値	なし

B.4　半導体部品

B.4.1　ディスクリート半導体［例えば，ダイオード，トランジスタ，トライアック，定電圧制御素子，フォトトランジスタ，発光ダイオード（LED)］

危険側故障として考慮すべき障害	考慮を除外できるもの
端子の断線	なし
端子間の短絡	なし
全端子間の短絡	なし
安全関連出力信号が，信号設定範囲の上限又は下限をその限界値の 25 ％を超えて逸脱する結果を招く電気的特性の変化	なし

B.4.2　フォトカプラ

危険側故障として考慮すべき障害	考慮を除外できるもの
各接続部の断線	なし
端子間の短絡 －入力端子（発光器） －出力端子（受光器） －入出力間	 なし なし **JIS C 0664**の**表1**に示す過電圧カテゴリⅢのインパルス耐電圧をもつ部品
安全関連出力信号が，信号設定範囲の上限又は下限をその限界値の 25 %を超えて逸脱する結果を招く電気的特性の変化	なし

B.4.3　単純集積回路

危険側故障として考慮すべき障害	考慮を除外できるもの
端子の断線	なし
端子間の短絡	なし
すべての入力信号又は出力信号が，個々に又は一斉に“0”又は“1”に固定される（すなわち，入力信号がない入力部又は負荷を接続していない出力部が，負又は正の電源回路に短絡する。）。	なし
出力の寄生振動 **備考**　試験に用いる出力回路駆動パルスの周波数とデューティ比の選択は，スイッチング技法と外部回路による。試験するときは，対象部分の駆動段を切り離す。	なし
安全関連出力信号が，信号設定範囲の上限又は下限をその限界値の 25 %を超えて逸脱する結果を招く電気的特性の変化	なし

B.4.4　複雑な集積回路又はプログラマブル集積回路

危険側故障として考慮すべき障害	考慮を除外できるもの
機能の一部又は全部の欠陥（本体の **4.2.10** 及び **4.2.11** 参照） 欠陥には次のものが考えられる。 －　静的欠陥 －　論理の変化 －　ビットシーケンスに依存するもの	なし
集積回路が複雑なので障害が顕在化しないため検出できないハードウェア障害（本体の **4.2.10** 及び **4.2.11** 参照）	なし
プログラム全部を実行しても顕在化しない，メモリ及び処理部の欠陥	なし
B.4.3 のすべて	**B.4.3** 参照

B.5　電動機

危険側故障として考慮すべき障害	考慮を除外できるもの
電動機の停止	なし
異常過速度	なし
異常低速度	なし

附属書 C（参考）適合性評価

この附属書は，本体及び附属書（規定）に関連する事柄を補足するもので，規定の一部ではない。

この規格は，製品が規格に適合することを評価する条件を含んでいる。しかしながら，適合性評価には試験設備と専門家の分析を必要とする。ESPE が，この規格及び少なくとも規格の一部に適合することを適切に評価するためには，第三者の評価及びこの規格の要求事項に基づく試験を実施することが望ましい。第三者機関は，ESPE を評価するに足るリソースをもつ認可されたテストハウスであることが求められるが，このことはこの規格が強制する事項ではなく，法令，規則，又は設備の契約条件から要求されることである。

JIS B 9704-1：2006
(IEC 61496-1：2004)
機械類の安全性－電気的検知保護設備－第 1 部：一般要求事項及び試験
解　説

この解説は，本体及び附属書に規定・記載した事柄，参考に記載した事柄，並びにこれらに関連した事柄を説明するもので，規格の一部ではない。

この解説は，財団法人日本規格協会が編集・発行するものであり，この解説に関する問合せは，財団法人日本規格協会へお願いします。

1.　改正の趣旨　旧規格は，**JIS B 9704-1**:2000，機械類の安全性－電気的検知保護設備－第 1 部：一般要求事項及び試験 であり，国際規格 **IEC 61496-1**:1997, Safety of machinery－Electro-sensitive protective equipment－Part 1: General requirements and tests の修正規格（MOD）であった。その後，IEC/TC44/MT61496-1 がこの国際規格の改正案を作成し，IEC/TC44（機械類の安全性）の多くの P メンバー国の賛成投票を得て，2004 年 2 月に第 2 版 **IEC 61496-1**:2004 が発行された。そこで，**JIS B9704-1** を遅滞なく **IEC 61496-1**:2004 に整合させるために見直し，改正を行い，第 2 版を一致規格（IDT）として発行した。

IEC 61496-1:2004 の主な改正点は次の二つである。

1)　未定になっていたタイプ 3 の ESPE に対する要求事項を規定した。

2)　OSSD（出力信号開閉器）の要求事項を，機械接点式のもの（**4.2.4.2**）とソリッドステート式のもの（**4.2.4.3**）に分けて詳しく規定した。

IEC 規格の前記改正事項は，そのまま **JIS B 9704-1** の改正に反映した。なお，**IEC 61496-1**:2004 は，2008 年まで改正しないことになっているが，データバス関連の追加要求事項を IEC/TC44/MT61496-1 で既に審議中である。2008 年を待たずに追補（amendment）が出る可能性がある。

2.　改正の経緯　**IEC 61496-1**:2004（第 2 版）における主な改正事項の一覧を**解説表 1** に示す。

IEC 61496-1:1997（第 1 版）は，ESPE を性能別にタイプ 1，2，3 及び 4 に分類したにもかかわらず具体的要求事項はタイプ 2 及びタイプ 4 しか規定しない未完結の規格であった。第 1 版の成立後すぐにメンテナンスチーム IEC/TC44/MT61496-1 が結成され，未定部分を完成し技術の進歩を反映するための改正審議が行われた。日本からも 2 名のエキスパート（黒住，長谷川）が参加し，日本の主張の反映に努めた。ソリッドステート式 OSSD に電流流入タイプも使用できるようにしたことは，我が国の主張を反映した結果である。

IEC 61496-1:2004 では，タイプ 3 の ESPE の具体的要求事項が規定されたが，タイプ 1 の要求事項は規定しないままとなった。我が国は，タイプ 1 の ESPE も市場性があるとして，次回の改正ではタイプ 1 を規定することを **IEC** に提案している。

IEC 61496-1:2004 及び **JIS B 9704-1**:2006 の審議は，社団法人日本機械工業連合会の IEC/TC44 国内委員会及びその下部の IEC 61496-1SWG が担当した。

解説表 1　第 2 版における主な変更事項

箇条番号	主な追加事項	主な削除事項	主な変更事項
2.	次の引用規格を追加 **JIS C 61000-6-2** （**4.2.1** の**備考**に引用） **JIS B 9705-1(ISO 13849-1)** （附属書 A に引用） **JIS B 3502** （**4.2.4.3** に引用） **IEC 61508** （**4.2.11.2**，**5.5.3**，及び **A.1** に引用） **IEC 60950** （**B.3.1** に引用） **IEC 60439-1** （**4.2.3.4**，**4.2.3.5**，**4.2.3.6** に引用） **JIS C 0664** （**B.2.1**，**B.2.2**，**B.4.2** に引用）	次の引用規格を削除 **JIS C 9742** **IEC 61310-1** **JIS Z 9901** **JIS C 8480**	最新版への変更 **TR B 0008** → **JIS B 9700-1** **TR B 0009** → **JIS B 9700-2** 国際規格対応 **JIS** の新版がないものは国際規格を引用した。 **JIS C 61000-4-3**:1995 → **IEC 61000-4-3**:2002 **JIS C 61000-4-5**:1999 → **IEC 61000-4-5**:2001 **JIS C 61000-4-6**:1995 → **IEC 61000-4-6**:2001 **JIS** 番号体系の変更（実質変更なし） **JIS C 1000-X-Y** → **JIS C 61000-X-Y** **JIS C 0040** → **JIS C 60068-2-6** **JIS C 0042** → **JIS C 60068-2-29**
3.1	ブランキングの定義追加		
旧 **3.3**		信号設定範囲の定義を削除	
旧 **3.27**		起動試験の定義を削除	
4.2.1	**備考**を追加 （**IEC 61000-6-2** を引用）	タイプ 4 の ESPE に対する特別要求（**JIS C 9742** の絶縁変圧器）を削除	
4.2.2.3			タイプ 2 の ESPE の障害検出条件が緩和された。周期テストによって障害を検出できればよいことになった。
4.2.2.4	タイプ 3 の ESPE の要求事項を追加		
4.2.4.2	リレー式 OSSD の規定を追加		
4.2.4.3	ソリッドステート式 OSSD の規定を追加		
5.1.1.3	シミュレーションを実試験に変える規定を追加		
旧 **5.2.1.2**		検出能力のインテグリティの試験に関する要求事項を削除	
5.2.4		タイプ 2 の ESPE の周期テストの所要時間 150 ms 以下の要求を削除（**4.2.2.3** の**備考**で言及）	
5.2.8.1	OSSD の試験法一般事項を追加		
5.2.8.2	リレー式 OSSD 試験法を追加		
5.2.8.3	ソリッドステート式 OSSD 試験法を追加		

解説表 1　第 2 版における主な変更事項（続き）

箇条番号	主な追加事項	主な削除事項	主な変更事項
5.3.4	タイプ 3 の ESPE の試験法を追加		
6.1		識別とマーキングに関する一部の要求事項（旧第 2 段落）を削除	
附属書 A		**図 A.1** 及び**図 A.2** を削除	
A.7			ミューティングの規定を変更
附属書 C	全体を追加		

3.　審議中に問題となった事項

3.1　規格の名称　“電気的検知保護設備”という名称は実際の製品イメージと異なる，という指摘があった。むしろ“電子センサを用いる保護装置”程度の名称が適切であるとの意見であった。しかしながら，既に **JIS B 9704-2** と **JIS B 9704-3** も“電気的検知保護設備”という名称で制定済であるため，今回は規格名称の主題要素は変更しなかった。ただし，**3.2** に述べるように，本文中では，“電気的検知保護設備”に替えて略号 ESPE を用いることとした。

3.2　略号の使用　原国際規格では，Electro-sensitive protective equipment，Output signal switching device などの長い用語の繰り返し使用を避け，ESPE，OSSD などの略号を用いているが，この規格の第 1 版は略号を用いず，電気的検知保護設備，出力信号開閉器などの用語を繰り返し用いていた。今回の改正では煩わしさを避けるために，文中 2 回目からは ESPE，OSSD などの略号を用いることとした。

3.3　引用規格

3.3.1　全般的問題　原国際規格 **IEC 61496-1** が引用する国際規格をそのまま引用し，対応する **JIS** の方を参考として示すべきであるという意見があった。この意見の要旨は次のとおりである。

IEC 61496 の認証を取ろうとする場合，国際規格をそのまま引用する **JIS** にする方が **JIS** の利用価値が高い。国際規格改正のテンポは速いが，国際規格の改正に対応する **JIS** の改正は 1 年以上遅れることが普通であるから，引用規格をすべて一致する **JIS** で置き換えることは永久にできない。また，国際規格に一致する **JIS** が引用されても，読者は最後には国際規格を参照することが多い。規格のグローバル化が進み国際規格の改正テンポが速い時代には，国際規格をそのまま引用することが望ましい。引用規格に国際規格と **JIS** が混在するのは混乱のもとである。

結果としては，従来どおり，**JIS** 改正時点で引用国際規格に一致する **JIS** 又は引用する部分の規定内容が同等の **JIS** がある場合は **JIS** を引用し，これらがない場合だけ国際規格をそのまま引用した。

3.3.2　IEC 60439-1 及び JIS C 0664（IEC 60664-1）の引用　原国際規格 **IEC 61496-1** は，空間距離，沿面距離などを規定するために，この二つの異なる規格を引用している。**IEC 60439-1** は，原国際規格の **4.2.3.4**（環境汚損度），**4.2.3.5**（空間距離，沿面距離及び分離距離），**4.2.3.6**（配線），で引用されている。**IEC 60664-1** は，原国際規格の**附属書 B** の **B.1.2**，**B.2.1**，**B.2.2** 及び **B.4.2** で引用されている。

IEC 60439-1 は，低電圧開閉器及び制御アセンブリの製品規格であり，**IEC 60664-1** は，低圧系統内機器の絶縁協調を規定するもので，適用範囲の広い規格である。**IEC 60439-1** と **IEC 60664-1** の規定内容は，空間距離，沿面距離に関しては同じである（汚損度，材料グループの定義も同じ）。同じことを規定するに異なる規格を引用しない方がよい。

JIS B 9704-1 第 1 版では，**IEC 60439-1** と **IEC 60664-1** の両方を，共通的に **JIS C 8480**（キャビネット形

分電盤）に置き換えて引用していた。しかし，これにも問題があることが分かったので，第 2 版では **JIS C 8480** の引用を廃止した。これについて次に述べる。

3.3.3　JIS C 8480 の引用廃止　上に述べたように，**JIS B 9704-1** 第 1 版では，原国際規格が引用する **IEC 60439-1** と **IEC 60664-1** の両方を，共通的に **JIS C 8480**（キャビネット形分電盤）に置き換えて引用していた。しかしながら，**JIS C 8480** は **IEC 60439-3** に対応する規格であって，**IEC 60439-1** とは少し異なり，**IEC 60664-1** とは完全に異なる。**JIS C 8480** には過電圧カテゴリの規定がない。過電圧カテゴリⅢを適用する **B.4.2** に **JIS C 8480** を引用することには無理がある考えられる。

そこで **JIS B 9704-1** 第 2 版では，本体の **4.2.3.4**～**4.2.3.6** には **IEC 60439-1** を（対応 **JIS** がないので）そのまま引用し，**附属書 B** では **IEC 60664-1** を **JIS C 0664-1** に置き換えて引用することとし，**JIS C 8480** の引用を廃止した。

3.3.4　IEC 60950 の引用　**附属書 B** の **B.3.1** の変圧器巻線間の短絡に関連して，**IEC 61496-1**:1997 では **IEC 60742** が引用されていたが，**IEC 61496-1**:2004 では，**IEC 60742** に替えて **IEC 60950** が引用されている。**IEC 60742**（絶縁変圧器の規格）が廃止されたための措置と思われるが，絶縁変圧器の **IEC** 規格は **IEC 60742** に替わって **IEC 61558** が制定されているのに，なぜ **IEC 61558** を引用せずに **IEC 60950** を引用したかが不明である。**IEC 60950** は，情報技術機器の電気安全規格であって，機械分野の **IEC 60204-1** 以上に膨大な規格である。この中のどの条項を **B.3.1** に適用するのか明確にされていない。**IEC 60950**:1999 の **1.5.4, 5.5.3,** 及び**附属書 C**（**JIS C 6950** では，**1.5.3**，**5.4.3** 及び**附属書 C**）に変圧器に対する要求事項があるが，これらの要求だけを満たせばよいのかは不明である。ある変圧器製造業者の説明によれば，一般的に **IEC 60950** 適用の変圧器は，小形化と省スペースに有利であり，民生機器に使用されることが多く，**IEC 61558** 適用の変圧器は，要求事項が厳しく，工業製品に使われることが多いとのことである。いずれが ESPE 用に適切であるかは今後の検討課題とし，今回の **JIS** 改正では，原国際規格に整合する **IEC 60950** をそのまま引用した。

3.3.5　JIS C 0664（IEC 60664-1）の規定事項　**JIS B 9704-1** 第 2 版では，**附属書 B** の **B.2.2** に **JIS C 0664** を引用している。原国際規格は **B.2.2** に **IEC 60664-1** を引用して，pollution degree 2 / installation category Ⅲ に対する沿面距離を要求しているが，**IEC 60664-1** に installation category の規定が見つからない。文脈から判断して installation category は material group の誤りと思われるので，**JIS B 9704-1** 第 2 版では，“**JIS C 0664** の汚損度 2，材料グループⅢ”とした。

3.4　タイプ 1 の要求事項　この規格は，ESPE を 4 種のタイプに分類しているが，今回の改正でもタイプ 1 の要求事項は未定とした。今回の **JIS** 改正に当たり，タイプ 1 の要求事項を **JIS B 9704-1** に規定しようという提案があったが，いまこの **JIS** にタイプ 1 を規定しても，将来国際規格にタイプ 1 が規定されたときには **JIS** の内容と大きな差異が出る可能性があるとして，**JIS** で先行規定することを断念した。

4.　適用範囲　この規格は，危険区域に侵入又は存在する人を，人に接触せずに検出する電気的センサを用いる保護設備に適用する。このような検知方式には，光ビーム遮光検出方式（**JIS B 9704-2/IEC 61496-2** で規定），光ビーム反射検出方式（**JIS B 9704-3/IEC 61496-3** で規定），カメラによる検出方式（**IEC 61496-4** で規格審議中）などがある。

人が発する熱を検知する受動的赤外線検知方式も非接触の電気的検知方式ではあるが，これは，この規格の対象外となっている。受動的赤外線保護装置は CENELEC の文書（CLC/TS 50418:2004）で規定されている。

この規格は，性能，機能及び試験方法を規定するものであって，構造規格ではない。

日本の厚生労働省令の光線式安全装置の構造規格は，この規格とは関係ないが，将来はこの規格との関係も検討されるであろう。

5. 規定項目の内容

5.1 タイプとカテゴリの相違

5.1.1 適用範囲の相違 **JIS B 9704-1**（**IEC 61496-1**）は，現在 3 種のタイプの ESPE を定義し，要求事項を規定している。このタイプの定義は，**JIS B 9705-1**（**ISO 13849-1**）が規定するカテゴリの定義と似ているが異なる。

カテゴリは，制御システムの安全関連部の範ちゅうにあるすべての装置又は部品に適用されるが，タイプは，ESPE だけに適用される分類である。カテゴリは，電気的，機械的，油圧的，空圧的等，すべての制御方式に適用されるが，タイプは電気的センサを用いる保護設備（ESPE）だけに適用される。

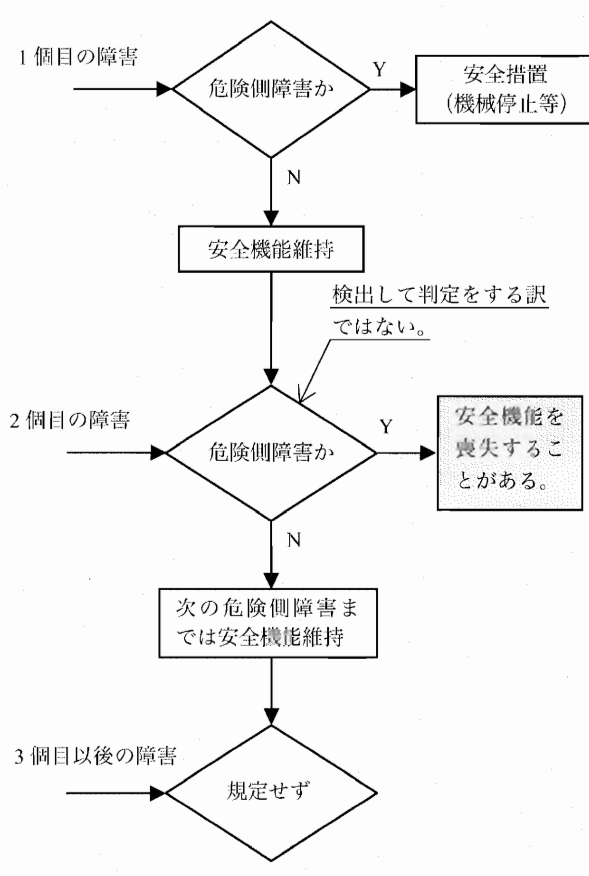
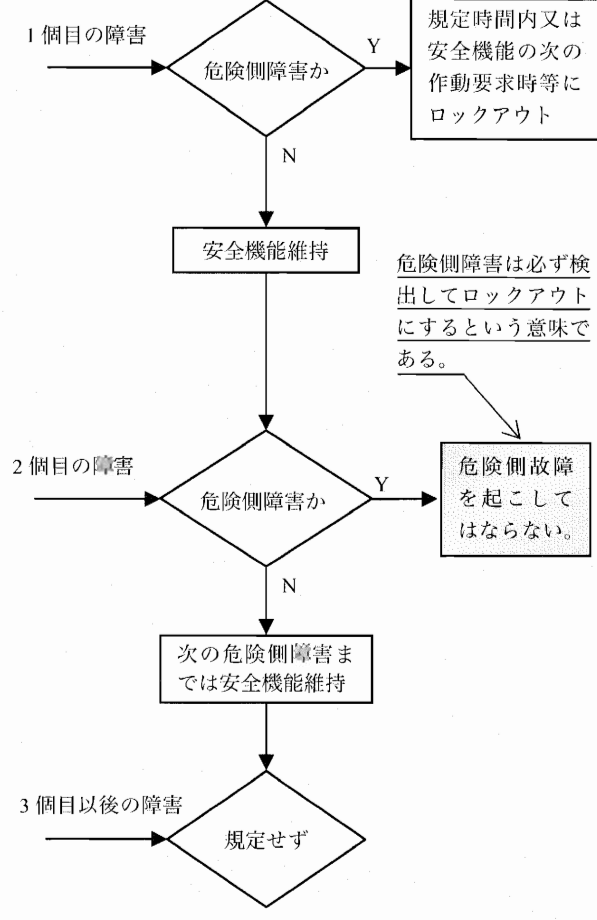
カテゴリで分類される装置の安全機能は，例えば，

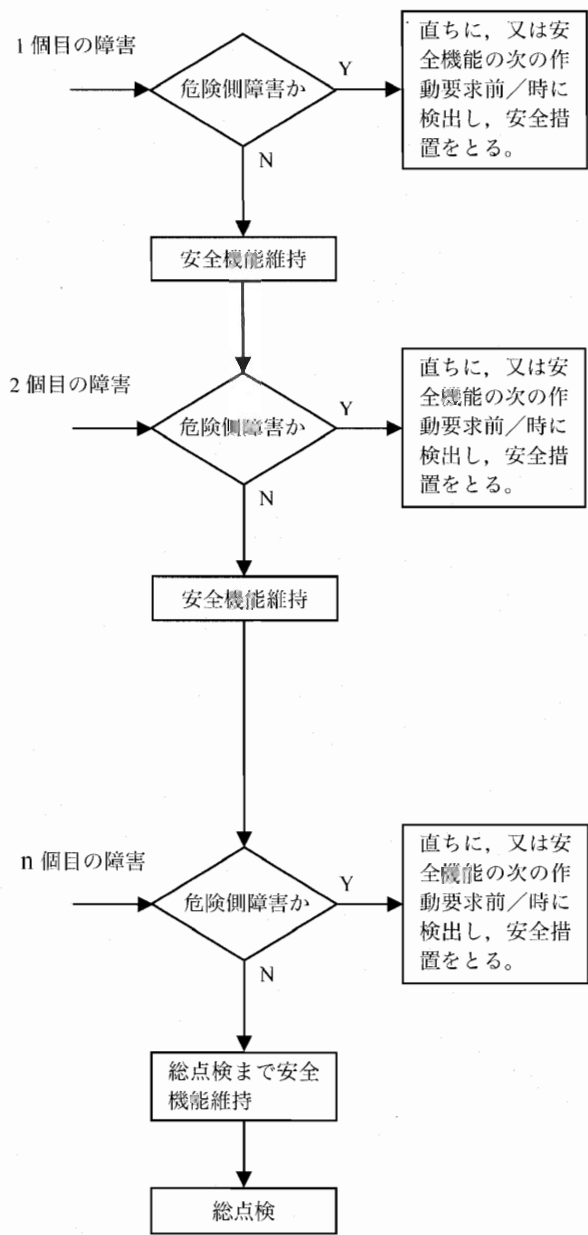
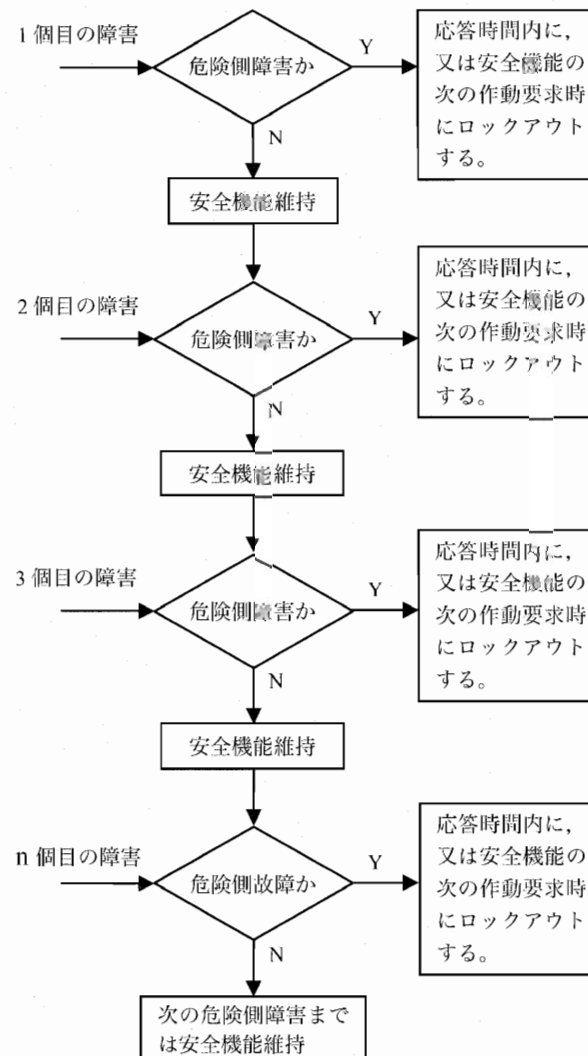
・危険区域内の人を検出して機械を止める。
・オーバースピードを検出して機械を止める。
・可動部の位置を検出して機械の可動範囲を制限する。
・特定部分の温度を検出して電源を遮断する。
・過電流を検出して回路を遮断する。

など多岐にわたるが，タイプで分類される ESPE の安全機能は，危険区域内で人を検出して機械を安全状態にすることである。

5.1.2 フォールトトレランスによるタイプとカテゴリの分類 タイプとカテゴリを分類する最も基本的な要素は，装置が故障したときに安全機能が維持される度合（フォールトトレランス）である。

解説表 2 に，装置の内部障害に対する耐性（フォールトトレランス）の観点からのカテゴリとタイプの比較を示す。カテゴリ 3，4 とタイプ 3，4 の障害に対する耐性の要求は異なるといえる。

カテゴリもタイプも，障害の起こりにくさについては具体的に（定量的に）要求していない。どちらも，装置は故障するものだという前提に立っている。保護装置が故障したときに安全機能が保たれる度合によりカテゴリ，タイプが分類されている。ESPE の中でタイプ 4 の ESPE は，ESPE が故障しても安全が保たれる度合が最も高い。この規格は，ESPE が故障して工場の生産効率を下げる問題は扱っていないが，近年，故障しない安全装置を求める声も高まっており，**IEC 61508**（**JIS C 0508**），**IEC 62061** などでは安全機能が故障しない確率（SIL）を規定している。将来は，この規格にも SIL の要求が盛り込まれる可能性がある。

解説表 2　タイプとカテゴリのフォールト反応比較

カテゴリ（JIS B 9705-1/ISO 13849-1）	タイプ（JIS B 9704-1/IEC 61496-1）
カテゴリ B ・障害発生時，安全機能の喪失を招くことがある。 ・障害検出（チェック）は要求されない。	
カテゴリ 1 ・障害発生時，安全機能の喪失を招くことがある。 ・障害発生確率はカテゴリ B より小さい。 ・障害検出（チェック）は要求されない。 障害に対する反応フローチャートは，カテゴリ B に同じ。	**タイプ 1** 現時点では規定されていない。

解説表 2　タイプとカテゴリのフォールト反応比較（続き）

カテゴリ（**JIS B 9705-1/ISO 13849-1**）	タイプ（**JIS B 9704-1/IEC 61496-1**）
カテゴリ 2 ・安全機能の喪失は，チェックにより検出される。 ・次のチェックまでの間に発生する障害は安全機能の喪失を招くことがある。	**タイプ 2** ・安全機能の喪失は，周期テストにより検出される。 ・次の周期テストまでの間に発生する障害は安全機能の喪失を招くことがある。
検出して判定をする訳ではない。 1 個目の障害 危険側障害か Y 安全機能喪失 N 安全機能維持 検出して判定をする訳ではない。 n 個目の障害 危険側障害か Y 安全機能喪失 N 安全機能維持 チェックにより判定をする。 1 個目障害後の最初のチェック 危険側障害の蓄積があるか Y 障害が回復するまで安全状態を維持。 N 次の危険側障害まで安全機能維持	検出して判定をする訳ではない。 1 個目の障害 危険側障害か Y 安全機能喪失 N 安全機能維持 検出して判定をする訳ではない。 n 個目の障害 危険側障害か Y 安全機能喪失 N 安全機能維持 テストにより判定をする。 1 個目障害後の最初のテスト 危険側障害の蓄積があるか Y 安全機能発動（ロックアウト） N 次の危険側障害まで安全機能維持
備考　チェックは，自動又は手動，どちらでもよい。チェックの信頼性については規定なし。危険側の障害をチェックで見逃した場合は，安全機能の喪失が継続する。	**備考**　タイプ 2 の ESPE は，周期テスト機能をもつ。モニタ内蔵の場合は，周期テスト機能を監視し，モニタの障害を検出する。電源オン時の機能テストももつ（本体の **4.2.2.1**）。

解説表 2　タイプとカテゴリのフォールト反応比較（続き）

カテゴリ（JIS B 9705-1/ISO 13849-1）	タイプ（JIS B 9704-1/IEC 61496-1）
カテゴリ 3 ・単一の障害が発生しても安全機能が保たれる。 ・すべてではないが，障害は検出される。 ・検出されない 2 個の障害の蓄積で安全機能を喪失することがある。 1 個目の障害 危険側障害か Y 安全措置（機械停止等） N 安全機能維持 検出して判定をする訳ではない。 2 個目の障害 危険側障害か Y 安全機能を喪失することがある。 N 次の危険側障害までは安全機能維持 3 個目以後の障害 規定せず **備考**　カテゴリ 3 には，周期チェックの要求はないが，周期テスト，障害モニタ，又は自己診断機能を備えることは妨げない。	**タイプ 3** ・1 個目の障害が発生しても安全機能が保たれる。 ・1 個目の障害が危険側のときは必ず検出し規定のタイミングでロックアウトする。安全側のときは見逃し蓄積しても安全機能が保たれる。 ・検出されない 2 個の障害の蓄積で安全機能を喪失することがない。2 個目の障害が危険側のときは必ず検出し規定のタイミングでロックアウトする。安全側のときは見逃し蓄積しても安全機能が保たれる。 1 個目の障害 危険側障害か Y 規定時間内又は安全機能の次の作動要求時等にロックアウト N 安全機能維持 危険側障害は必ず検出してロックアウトにするという意味である。 2 個目の障害 危険側障害か Y 危険側故障を起こしてはならない。 N 次の危険側障害までは安全機能維持 3 個目以後の障害 規定せず **備考 1.**　タイプ 3 には，周期テストの個別要求はないが，**序文**では，相応の周期テスト機能をもつことが前提にされている。電源オン時の機能テストももつ（本体の **4.2.2.1**）。 **2.**　2 個目の障害に対する反応要求がカテゴリ 3 と異なる。タイプ 3 は，2 個目の障害により危険を招いてはならない。

解説表 2　タイプとカテゴリのフォールト反応比較（続き）

<table>
<tr><th>カテゴリ（JIS B 9705-1/ISO 13849-1）</th><th>タイプ（JIS B 9704-1/IEC 61496-1）</th></tr>
<tr><td>

カテゴリ 4

・複数の障害が蓄積しても安全機能が常に保たれる。総点検までの間に蓄積する障害によって危険状態を生じない。
・障害は，やがて検出され，安全機能の喪失を防止する。
・何個目の障害まで反応を検証するかは，技術，構造，適用を考慮して決める。3 個以上の障害検出は，検証されないことがある。

備考　カテゴリ 4 には，周期チェックの要求はないが，周期テスト，障害モニタ，又は自己診断機能を備えることは妨げない。

</td><td>

タイプ 4

・1 個目の障害が，検出機能の喪失を招く場合は必ず検出し，応答時間内にロックアウトする。その他の重大な障害も検出し，規定のタイミングでロックアウトする。安全側の障害は検出できなくてもよい（正常運転を続ける）。
・2 個目以後の障害の蓄積が危険側に働く場合は検出してロックアウトする。
・ただし，4 個以上の連続した障害については，その障害が互いにほとんど独立で特定の順序で発生する確率が低い限り試験する必要はない。

備考　タイプ 4 には，周期テストの個別要求はないが，**序文**では，相応の周期テスト機能をもつことが前提にされている。電源オン時の機能テストももつ（本体の **4.2.2.1**）。

</td></tr>
</table>

5.1.3　EMC 性能によるタイプの分類　カテゴリの分類には EMC 性能を考慮しないが，ESPE のタイプは，EMC（イミュニティ）性能も分類の要件である。**解説表 3** に各タイプの EMC 性能の比較を示す。

解説表 3　タイプ別の EMC イミュニティ性能

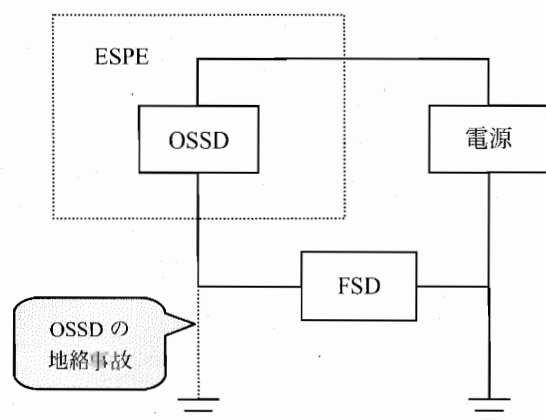
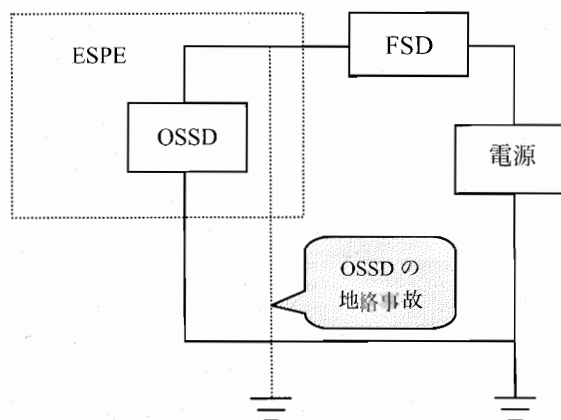
EMC 項目		タイプ 2	タイプ 3	タイプ 4
ファーストトランジェント/バースト	直流/信号ポート	**JIS C 61000-4-4** のレベル 2，正常運転継続	同左	同左
	交流電源ポート	**JIS C 61000-4-4** のレベル 3，正常運転継続	同左	同左
	直流/信号ポート	—	**JIS C 61000-4-4** のレベル 3，危険側故障なし	同左
	交流電源ポート	—	**JIS C 61000-4-4** のレベル 4，危険側故障なし	同左
ファーストトランジェント/サージ	直流/信号ポート	**IEC 61000-4-5** のレベル 2，正常運転継続	同左	同左
	交流電源ポート	**IEC 61000-4-5** のレベル 3，正常運転継続	同左	同左
	直流/信号ポート	—	**IEC 61000-4-5** のレベル 3，危険側故障なし	同左
	交流電源ポート	—	**IEC 61000-4-5** のレベル 4，危険側故障なし	同左
電磁界		**IEC 61000-4-3, 4.3.2.5.1** のレベル 3，正常運転継続	同左	同左
		—	**IEC 61000-4-3** のレベル 4，危険側故障なし	同左
電磁界伝導妨害	10 m 以下の信号ポートなど	**IEC 61000-4-6** のレベル 2，正常運転継続	同左	同左
	電源ポートなど	**IEC 61000-4-6** のレベル 3，正常運転継続	同左	同左
	10 m 以下の信号ポートなど	—	**IEC 61000-4-6** のレベル 3，危険側故障なし	同左
	電源ポートなど	—	**IEC 61000-4-6** のレベル X，危険側故障なし	同左
静電気放電		**JIS C 61000-4-2** のレベル 3，正常運転継続	同左	同左
		—	**JIS C 61000-4-2** のレベル 4，危険側故障なし	同左

5.2　ソリッドステート式 OSSD の電流流入タイプと電流流出タイプ　本体の **4.2.4.3** の規定では，ソリッドステート式 OSSD は電流流入タイプでも電流流出タイプでもよいとしているが，電流流出タイプを推奨し，**備考 1.** で電流流入タイプの欠点に注意を喚起している。しかし，**備考 1.** は誤解を招きやすいので注意が必要である。

解説図 1 と**解説図 2** は，説明のために作成した図である。**解説図 1** では，電源極性に関係なく，OSSD の地絡事故により FSD がオンになることは有り得ない。**解説図 2** では，電源極性に関係なく，OSSD の地絡事故により FSD がオンになり得る。OSSD の地絡事故に対しては，**解説図 1** の回路のほうが安全だといえる。

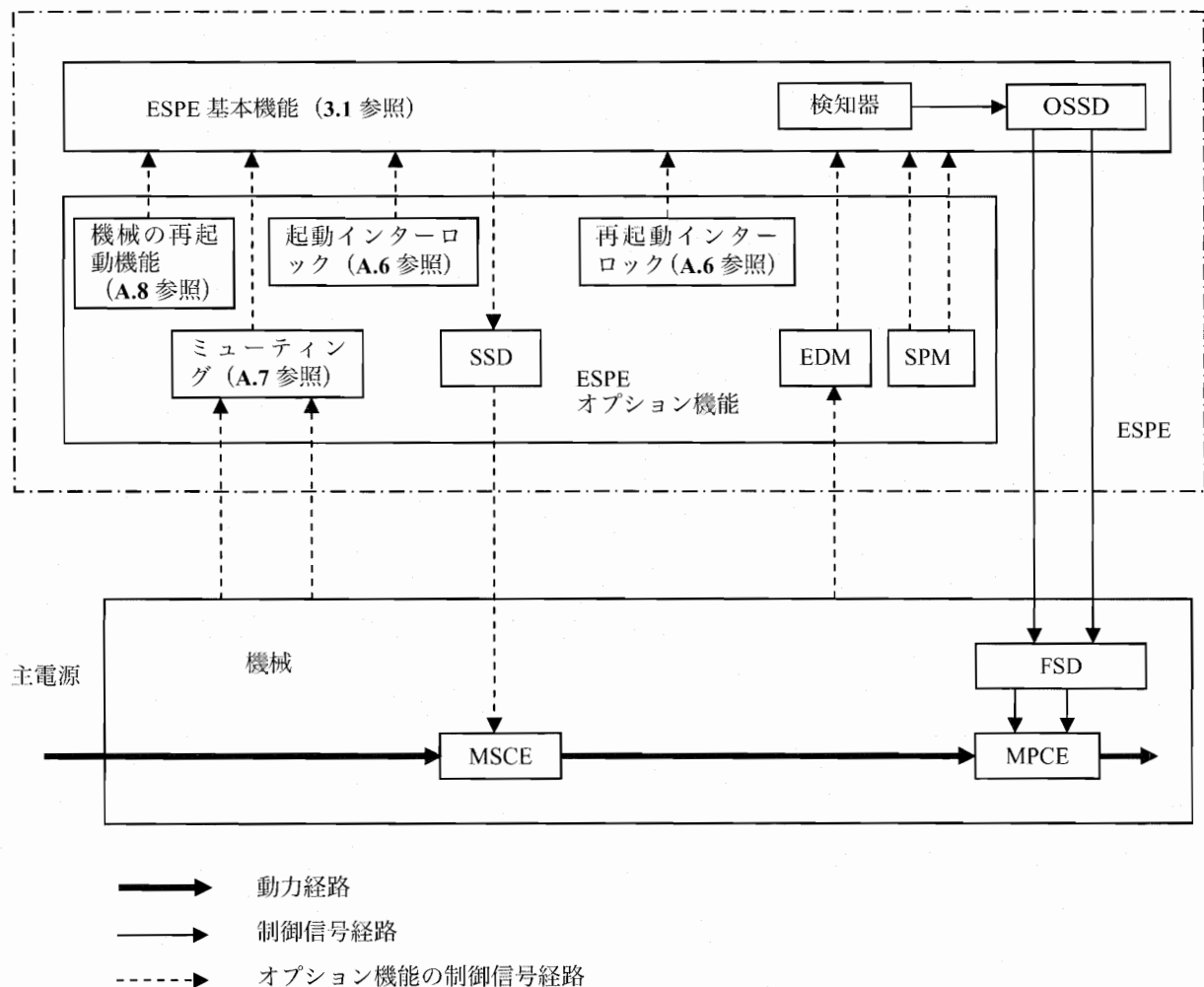
電源の極性がプラスであれば，**解説図 1** の OSSD は電流流出タイプであり，**解説図 2** の OSSD は電流流入タイプであることに疑いはないであろう。よって**備考 1.** の記述は妥当である。もし，電源の極性がマイナスのときも，**解説図 1** の OSSD を電流流出タイプ，**解説図 2** の OSSD を電流流入タイプと呼ぶのであれば，**備考 1.** の記述はマイナス電源のときも正しいことになる。しかし世の中には，マイナス電源のときは，**解説図 1** の OSSD を電流流入タイプ，**解説図 2** の OSSD を電流流出タイプとみなす人も多いであろう。このように考える人には**備考 1.** は誤った指針を与えることになる。

一方，**JIS B 9960-1**:1999（**IEC 60204-1**:1997）の **9.1.4** には，“負荷を制御する制御機器の開閉要素は，負荷の接地してない側に挿入しなければならない”と規定されている。電源の極性に関係なく，**解説図 1** はこの要求に合致し，**解説図 2** は合致しない。

本当に大事なことは，**JIS B 9960-1** が規定するように（すなわち**解説図 1** のように），開閉要素を負荷と電源の接地してない側に接続することである。この規格の本体の **4.2.4.3** の**備考 1.** は，正極性電源を用いる場合を想定したものであることに注意が必要である。

解説図 1　　**解説図 2**

5.3 ESPE と機械とのインタフェース例　**解説図 3** にインタフェースの例を示す。この図は，第 1 版の**附属書 A** に含まれていた**図 A.1** と同じである。第 2 版の**附属書 A** から削除されたので，ここに参考として残す。

6. 懸案事項　タイプ 1 の要求事項が未定になっている。これについては日本から **IEC** に条文案を提出済みである。

近年の生産現場では，設備間のインタフェースをバス通信で行う傾向にある。ESPE の OSSD 出力もパワースイッチではなくバス信号インタフェースのものが生まれつつあり，ESPE のバスインタフェースの規定を **IEC 61496-1** に追加することが **IEC** の場で検討されている。

解説図 3　ESPE と機械とのインタフェース例

7.　原案作成委員会の構成表　原案作成委員会の構成表を，次に示す。

JIS B 9704-1 第 2 版 原案作成委員会 構成表

	氏名	所属
(委員長)	塚　本　修　巳	横浜国立大学
(委員)	岩　永　明　男	経済産業省産業技術環境局
	芦　田　　　暁	経済産業省産業技術環境局
	田　中　敏　章	厚生労働省労働基準局安全衛生部安全課
	毛　利　　　正	厚生労働省労働基準局安全衛生部安全課
	市　川　健　二	社団法人産業安全技術協会
	竹　内　時　男	社団法人日本印刷産業機械工業会
	山　本　元　芳	社団法人日本工作機械工業会
	小　森　雅　裕	社団法人日本鍛圧機械工業会(株式会社小森安全機研究所)
	吉　田　孝　一	社団法人日本電機工業会

		石田　豊	社団法人日本電気制御機器工業会（日本認証株式会社）
		前田　明	社団法人日本縫製機械工業会（JUKI 株式会社）
		佐藤公治	社団法人日本ロボット工業会
		井上洋一	ビューローベリタス
		杉田吉弘	テュフ･ラインランド･ジャパン
		西條広一	オークマ株式会社
		松枝芳典	オムロン株式会社
		十川修一	川崎重工業株式会社
		上湯瀬　広	株式会社キトー
		畑　幸男	コマツ産機株式会社
		坂井正善	日本信号株式会社
		石原幸次	布目電機株式会社
		竹原操平	株式会社ダイフク
		羽田健一	株式会社明電舎
		小見山　清	株式会社安川電機
		石川雅英	富士電機機器制御株式会社
		坂田俊一	三菱電機株式会社
		浦沢幸雄	大和電業株式会社
		黒住光男	ジック株式会社
		長谷川佳宣	SUNX 株式会社
		須藤清隆	株式会社山武
(オブザーバー)		中桐裕子	経済産業省製造産業局
		穐山貞治	財団法人日本規格協会
		渡辺昭一	安全規格コンサルタント
(分科会主査)	○	黒住光男	ジック株式会社
(分科会委員)	○	長谷川佳宣	SUNX 株式会社
	○	高原孝義	オムロン株式会社
	○	下川　覚	オムロン株式会社
	○	佐藤公治	社団法人日本ロボット工業会
	○	浦沢幸雄	大和電業株式会社
	○	須藤清隆	株式会社山武
	○	嶋地直広	北陽電機株式会社
	○	金子辰巳	社団法人産業安全技術協会
	○	渡辺昭一	安全規格コンサルタント
	○	石田　豊	社団法人日本電気制御機器工業会（日本認証株式会社）
(事務局)		山崎　浩	社団法人日本機械工業連合会
		須藤次男	社団法人日本機械工業連合会

備考　○印は，分科会委員を示す。

（文責　須藤　次男）

★内容についてのお問合せは，規格開発部標準課［**FAX**(03)3405-5541 **TEL**(03)5770-1571］へご連絡ください。

★**JIS** 規格票の正誤票が発行された場合は，次の要領でご案内いたします。

(1) 当協会発行の月刊誌“標準化ジャーナル”に，正・誤の内容を掲載いたします。

(2) 原則として毎月第 3 火曜日に，“日経産業新聞”及び“日刊工業新聞”の **JIS** 発行の広告欄で，正誤票が発行された **JIS** 規格番号及び規格の名称をお知らせいたします。

なお，当協会の **JIS** 予約者の方には，予約されている部門で正誤票が発行された場合，自動的にお送りいたします。

★**JIS** 規格票のご注文は，普及事業部カスタマーサービス課［**TEL**(03)3583-8002 **FAX**(03)3583-0462］又は下記の当協会各支部におきましてもご注文を承っておりますので，お申込みください。

JIS B 9704-1（IEC 61496-1）

機械類の安全性－電気的検知保護設備－第 1 部：一般要求事項及び試験

平成 18 年 5 月 1 日　第 1 刷発行

編集兼発行人　島　弘　志

発　行　所

財団法人　日　本　規　格　協　会

〒107-8440　東京都港区赤坂 4 丁目 1-24

http://www.jsa.or.jp/

札幌支部　〒060-0003　札幌市中央区北 3 条西 3 丁目 1　札幌大同生命ビル内
TEL (011)261-0045　FAX (011)221-4020
振替：02760-7-4351

東北支部　〒980-0811　仙台市青葉区一番町 2 丁目 5-22　仙台ウエストビル内
TEL (022)227-8336(代表)　FAX (022)266-0905
振替：02200-4-8166

名古屋支部　〒460-0008　名古屋市中区栄 2 丁目 6-1　白川ビル別館内
TEL (052)221-8316(代表)　FAX (052)203-4806
振替：00800-2-23283

関西支部　〒541-0053　大阪市中央区本町 3 丁目 4-10　本町野村ビル内
TEL (06)6261-8086(代表)　FAX (06)6261-9114
振替：00910-2-2636

広島支部　〒730-0011　広島市中区基町 5-44　広島商工会議所ビル内
TEL (082)221-7023,7035,7036　FAX (082)223-7568
振替：01340-9-9479

四国支部　〒760-0023　高松市寿町 2 丁目 2-10　JPR 高松ビル内
TEL (087)821-7851　FAX (087)821-3261
振替：01680-2-3359

福岡支部　〒812-0025　福岡市博多区店屋町 1-31　ダヴィンチ博多内
TEL (092)282-9080　FAX (092)282-9118
振替：01790-5-21632

Printed in Japan　DI

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

Safety of machinery— Electro-sensitive protective equipment— Part 1: General requirements and tests

JIS B 9704-1 : 2006

(IEC 61496-1 : 2004)

(JMF)

Revised 2006-04-25

Investigated by

Japanese Industrial Standards Committee

Published by

Japanese Standards Association

定価 2,940 円（本体 2,800 円）

ICS 13.110;29.260.99

Reference number：JIS B 9704-1:2006(J)